



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

ESPERANÇA MARIA DE JESUS BARBOSA

**EFEITO DO GANHO COMPENSATÓRIO E DO USO DE
RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Londrina
2016

ESPERANÇA MARIA DE JESUS BARBOSA

**EFEITO DO GANHO COMPENSATÓRIO E DO USO DE
RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

Área de Concentração em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva.

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Barbosa, Esperança Maria de Jesus.

Efeito do ganho compensatório e do uso de ractopamina para suínos em terminação / Esperança Maria de Jesus Barbosa. - Londrina, 2016.
97 f. : il.

Orientador: Caio Abércio da Silva.

Tese (Doutorado em Ciência Animal) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Beta-adrenérgico - Tese. 2. Carcaça - Tese. 3. Ganho compensatório - Tese. 4. Manejo alimentar - Tese. I. Silva, Caio Abércio da. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal. III. Título.

CDU 61

ESPERANÇA MARIA DE JESUS BARBOSA

EFEITO DO GANHO COMPENSATÓRIO E DO USO DE RACTOPAMINA PARA SUÍNOS EM TERMINAÇÃO

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Ciência Animal da Universidade Estadual de Londrina - UEL como requisito para obtenção do título de Doutora em Ciência Animal.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Caio Abércio da Silva
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Graziela Drociunas Pacheco
Centro Universitário Filadélfia - UNIFIL

Prof. Dr. Marcos Augusto Alves da Silva
Universidade Estadual do Norte do Paraná -
UENP

Prof. Dr. Alexandre Oba
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Prof^a. Dr^a. Elza Louko Ida
Universidade Estadual de Londrina - UEL

Londrina, 29 de julho de 2016

A Deus, Meu Divino Pai Eterno, e ao meu Sagrado Coração de Jesus, pelo Vosso Espírito Santo, pela sua proteção e iluminação Divina, sempre constante na minha vida, e a Nossa Senhora, minha Mãe, que me conduziram durante toda esta caminhada, concedendo-me entendimento necessário para a realização deste estudo.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda sua misericórdia. Meu Divino Pai Eterno e ao meu Sagrado Coração de Jesus pela proteção, iluminação divina, presença constante na minha vida e por nunca terem me abandonado.

Aos meus inesquecíveis e amados pais, Raimundo da Silva Barbosa e Maria dos Remédios de Jesus Barbosa *in memoriam*, referência de vida, pelo eterno amor incondicional, pela minha formação, e que, de algum modo, estão sempre ao meu lado.

Ao Prof. Dr. Caio Abércio da Silva, pelo aceite, acolhida, crédito, orientação, confiança, sensibilidade e, respeito. Por ser um EDUCADOR, exemplo de profissional, de SER HUMANO, uma referência para Humanidade! A você Professor, Meu MUITO OBRIGADA! Meu reconhecimento de respeito e gratidão eternos por possibilitar a minha permanência. Muito obrigada mesmo! Sem você este projeto não teria sido possível.

Aos meus queridos irmãos, Eleonora, Edson, Eulina, Ernane, Martinho, José e Maria da Conceição, por tudo que cada um representa em minha vida e por compreenderem a necessidade de tantos e tão longos momentos de silêncio para a elaboração deste trabalho, porém, me incentivando sempre para estudar, mesmo não tendo eles a mesma oportunidade no passado.

A todos os meus sobrinhos (as) e afilhados (as) amados (as), pelo carinho e, em especial a Alvimar Barbosa Costa, Jailson Henrique Barbosa, Ernane Junior e Ana Catarina Reinthaler pelo apoio e colaboração para realização deste trabalho.

À minha eterna e verdadeira “família torta” simplesmente por existir e serem meus grandes amigos e companheiros, Professor Claudio Ribamar, Maria Helena e seus filhos Anderson, Junior, Claudia Helena e meus sobrinhos (as) e afilhados (as) tortos, Maria Eduarda, Maria Tereza, Maria Vitória, Gabriel, Victor e Cláudio Henrique.

Aos meus queridos tios Carlos Alberto Reis e Djanira Barbosa Reis, pelo amor, exemplo de vida e apoio em todos os momentos da minha vida.

À toda equipe e colegas da suinocultura, que, mais do que colegas, são verdadeiros amigos e parceiros, Aline Alves da Silva, Gabriela Nagri, Giovani Frederico, Jéfferson Alves, Marcino Pereira Junior, Rita de Kassia S. dos Santos, Catia

Barata pelo empenho, dedicação, auxílio e participação, que foram essenciais para conclusão deste trabalho.

À secretária Helenice, pelo carinho, atenção e amizade. Meu muito obrigada!

Aos funcionários da Fazenda Escola, sr, Pedro, sr. José e sr. Jorge, minha gratidão, pelo acolhimento, amizade, respeito, apoio, e pelos momentos de alegrias que foram comigo compartilhados durante a execução deste experimento.

A todos os professores do DINTER em Ciência Animal, e aos meus amigos de turma: André, Arlan, Daniela, Danilo, Fernanda, Hailton, Graciliano, Joyce, Kleidejany, Sonália e amiga e companheira Lucimeire Amorim Castro pelo carinho, pela convivência, incentivo e trocas de experiências durante o processo deste trabalho.

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”

Marthin Luther King.

BARBOSA, Esperança Maria de Jesus. **Efeito do ganho compensatório e do uso de ractopamina para suínos em terminação**. 2016. 97 f. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos do ganho compensatório associado ao uso de 10ppm de ractopamina após um período de restrição alimentar, em suínos em terminação, sobre características de desempenho, carcaça e qualidade de carne, viabilidade econômica do manejo empregado. Foram utilizados 40 suínos da linhagem comercial Agroceres PIC (20 machos castrados e 20 fêmeas), com 110 dias de idade e $66,137 \pm 6,13$ kg de peso vivo. Os animais foram distribuídos em delineamento de blocos ao acaso em esquema fatorial 2 x 2 (alimentação à vontade ou com 20% de restrição entre zero e 21 dias de experimentação; e alimentação à vontade, sem ou com 10ppm de ractopamina, durante 22 a 42 dias de experimentação), com 10 repetições, sendo o animal a repetição. Foram definidos os tratamentos T1, T2, T3 e T4. T1- Sem restrição alimentar e sem inclusão de ractopamina, T2- Sem restrição alimentar com a inclusão de 10 pp de ractopamina, T3- Restrição alimentar de 20% em relação à dieta controle sem a inclusão de ractopamin T4- Restrição alimentar de 20% em relação à dieta controle com a inclusão de 10pp ractopamina. O experimento foi conduzido no Setor de Suinocultura da Fazenda Escola da Universidade Estadual de Londrina (UEL). Os suínos foram alojados em baias de alvenaria com piso compacto, com 3m² de área, equipadas com um comedouro semi-automático e um bebedouro tipo nipple, permitindo livre acesso à água durante todo o período de experimentação. Para a avaliação das características de desempenho zootécnico, os animais foram submetidos a três pesagens durante o período total de experimentação, sendo uma pesagem no período inicial (zero dia), aos 21 dias, e ao final do período (42 dias), para avaliar o consumo diário de ração, o ganho diário de peso e a conversão alimentar. Para a avaliação das características de carcaça foram avaliadas a espessura de toucinho, profundidade do músculo Longísimus thoracis, área de olho de lombo, peso da carcaça quente, peso da carcaça fria e rendimento de carcaça. Para a avaliação das características da carne, foram analisados o pH inicial e final, a cor, marmoreio, perda de água por gotejamento, perda de água no descongelamento, cocção, maciez, composição bromatológica, diâmetros de fibras, e o índice de fragmentação miofibrilar foram realizadas no músculo Longísimus thoracis. Não houve efeito de interação entre os fatores para nenhum dos parâmetros avaliados. Animais tratados com ractopamina apresentaram melhor ganho de peso (1,083 versus 1,259kg), conversão alimentar (2,910 versus 2,577), peso da carcaça quente e fria (86,08 versus 89,00 e 83,46 versus 87,20kg, respectivamente), profundidade do lombo (63,02 versus 68,40mm), área de olho de lombo (41,43 versus 46,59mm²) e diâmetro de fibras musculares (27,48 versus 35,85µm). Animais submetidos ao manejo alimentar de restrição seguida de arraçamento ad libitum apresentaram ganho compensatório sem prejuízos às características de carcaça e à carne, mas com redução do extrato etéreo (2,19 versus 1,64%) e menor perda de água por descongelamento na carne (11,35 versus 9,42%). Os efeitos do ganho compensatório após a restrição alimentar e da ractopamina mostram-se independentes sobre os parâmetros avaliados.

Palavras-chave: Beta-adrenérgico. Carcaça. Ganho compensatório. Manejo alimentar. Suíno.

BARBOSA, Esperança Maria de Jesus. **Effect of compensatory gain and use of ractopamine for finishing pigs**. 2016. 97 p. Thesis (Doctorate in Animal Science) - State University of Londrina, Londrina, 2016.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of compensatory gain associated with the use of 10ppm of ractopamine after a period of feed restriction, in finishing swine, on performance characteristics, carcass and meat quality, economic viability of the management employed. Forty swines of the Agroceres PIC commercial line (20 castrated males and 20 females), 110 days old and with 66.137 ± 6.13 kg live weight, were used. The animals were distributed in a randomized block design in a 2 x 2 factorial scheme (free feeding or with 20% restriction between zero and 21 days of experimentation; and free feeding, without or with 10ppm of ractopamine, for 22 to 42 days of experimentation), with 10 repetitions, the animal being the repetition. Treatments T1, T2, T3 and T4 were defined. T1- No food restriction and no inclusion of ractopamine, T2- No food restriction with the inclusion of 10 pp of ractopamine, T3- 20% food restriction compared to the control diet without the inclusion of ractopamine T4- 20% food restriction in relation to the control diet with the inclusion of 10pp ractopamine. The experiment was carried out at the Pig Farming Sector at Fazenda Escola (Farm School), Universidade Estadual de Londrina (UEL). The swines were housed in masonry stalls with compact floor, 3m² in area, equipped with a semi-automatic feeder and a nipple drinker, allowing free access to water during the entire experimental period. To evaluate the zootechnical performance characteristics, the animals were submitted to three weighings during the total period of experimentation, being weighed at the initial period (zero day), at 21 days, and at the end of the period (42 days), to evaluate the daily feed intake, daily weight gain and feed conversion. To evaluate the carcass characteristics, backfat thickness, Longissimus thoracis muscle depth, ribeye area, hot carcass weight, cold carcass weight and carcass yield were evaluated. To evaluate the meat characteristics, the initial and final pH, color, marbling, water loss by dripping, water loss on thawing, cooking, tenderness, chemical composition, fiber diameters, and the myofibrillar fragmentation index were analyzed. Were performed on the Longissimus thoracis muscle. There was no interaction effect between the factors for any of the evaluated parameters. Animals treated with ractopamine showed better weight gain (1.083 vs. 1.259kg), feed conversion (2.910 vs. 2.577), hot and cold carcass weight (86.08 vs. 89.00 and 83.46 vs. 87.20kg, respectively), loin depth (63.02 versus 68.40mm), ribeye area (41.43 versus 46.59mm²) and muscle fiber diameter (27.48 versus 35.85µm). Animals subjected to feed restriction management followed by ad libitum feeding showed compensatory gain without prejudice to carcass and meat characteristics, but with reduced ether extract (2.19 versus 1.64%) and less water loss by thawing in the meat (11.35 versus 9.42%). The effects of compensatory gain after food restriction and ractopamine are independent on the parameters evaluated.

Keywords: Beta-adrenergic. Carcass. Compensatory gain. Food management. Swine.

LISTA DE TABELAS

ARTIGO A

Tabela 1	Composição centesimal e calculada das dietas experimentais de suínos submetidos ao ganho compensatório tratados ou não com ractopamina durante 42 dias experimentais.....	64
Tabela 2	Desempenho zootécnico após uso de ractopamina de suínos em fase de terminação sobre o Peso Inicial (PI), Consumo Diário de Ração (CDR), Ganho Diário de Peso (GDP), Conversão Alimentar (CA) e Peso Final (PF) durante a fase inicial de 0-42 dias experimentais	65
Tabela 3	Efeitos do ganho compensatório de suínos e uso de ractopamina em fase terminação sobre as características quantitativas de carcaça.....	66
Tabela 4	Custo Médio de Ração (CMR) por de quilograma ganho de peso VIV, Índice de Eficiência Econômica (IEE) e Índice de Custo Médio (ICM), referente aos tratamentos experimentais, restrição alimentar e uso de ractopamina para suíno em fase de terminação.....	67

ARTIGO B

Tabela 1	Composição centesimal e calculada das dietas experimentais de suínos submetidos ao ganho compensatório tratados ou não com ractopamina durante 42 dias experimentais.....	79
Tabela 2	Efeitos do ganho compensatório de suínos em terminação, submetidos ao tratamento com dietas adicionadas ou não com ractopamina, sobre a avaliação bromatológica do músculo <i>Longíssimus thoracis</i> , força de cisalhamento, perda de água no descongelamento e cocção, diâmetro da fibra muscular e índice de fragmentação miofibrilar	80
Tabela 3	Efeitos do ganho compensatório de suínos em terminação, submetidos ao tratamento com dietas adicionadas ou não com ractopamina, sobre os valores médios de pH, índices de cor e marmoreio	81

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABA	- Agonista Beta-adrenergético
ABCS	Associação Brasileira de Criadores de Suínos
AC	- Enzima Adenilato Ciclase
AMPc	- Monofosfato Cíclico de Adenosina
AOL	- Área de Olho de Lombo
AR	- Receptor Beta-adrenérgico
ATP	- Trifosfato de Adenosina
CA	- Conversão Alimentar
CC	- Comprimento de Carcaça
CDR	- Consumo Diário de Ração
CEUA/UEL	- Comitê de Ética de Uso de Animais da Universidade Estadual de Londrina
CMR	- Custo Médio de Ração
CT	- Custo Médio do Tratamento
E	- Enzima
EPO4	- Enzima Fosforilada
ET	- Espessura de Toucinho
FDA	- Food and Drug Administration
GDP	- Ganho Diário de Peso
GS	- Proteína Ativa
ICM	- Índice de Custo Médio
IEE	- Índice de Eficiência Econômica
LMR	- Limite Máximo de Resíduos
MAPA	- Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
MC	- Menor Custo Médio
PCF	- Peso da Carcaça Fria
PCQ	- Peso da Carcaça Quente
PI	- Peso Inicial
PIB	- Produto Interno Bruto
PF	- Peso Final
PH	- Potencial Hidrogeniônico

PKA	- Proteína Cinase A
PM	- Profundidade do Músculo <i>Longissimus thoracis</i>
PNCRC	- Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes
RAC	- Ractopamina
RC	- Rendimento de Carça
USDA	- United States Department of Agriculture

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	SUINOCULTURA	17
2.2	GANHO COMPENSATÓRIO OU CATCH-UP.....	18
2.2.1	Mecanismos De Ação Do Ganho Compensatório	20
2.2.2	Fatores Que Afetam A Resposta De Ganho Compensatório.....	23
2.3	RACTOPAMINA.....	27
2.3.1	Características Químicas E Modo De Ação	27
2.3.2	Utilização Da Ractopamina Na Produção De Suínos E Seus Efeitos	29
2.4	GANHO COMPENSATÓRIO ASSOCIADO AO USO DE RACTOPAMINA.....	38
3	REFERÊNCIAS	41
4	OBJETIVOS	53
4.1	GERAL	53
4.2	ESPECÍFICOS	53
5	HIPÓTESE	54
6	ARTIGO A - EFEITO DO GANHO COMPENSATÓRIO SOBRE O DESEMPENHO DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO TRATADOS COM RACTOPAMINA	55
7	ARTIGO B - EFEITOS DO GANHO COMPENSATÓRIO DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE TRATADOS COM RACTOPAMINA	68
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
	APÊNDICE	84
	APÊNDICE A – Comitê de Ética	85
	ANEXO	86
	ANEXO A - Normas da Revista Semina: Ciências Agrárias	87

1 INTRODUÇÃO

O crescente desenvolvimento e tecnificação da suinocultura brasileira tem permitido substanciais ganhos de produtividade, expressos em um maior número de leitões produzidos por matriz, pela redução da conversão alimentar e aumento do ganho de peso, refletindo no crescimento da produção.

No ano de 2015, a produção total de carne suína alcançou 111.650 milhões de toneladas, representou quase 38% do total de carnes produzidas no mundo, índice que posiciona a suinocultura como responsável pela maior oferta de proteína animal. As aves foram responsáveis por 35%, enquanto a carne bovina foi de 21% (ABCS, 2016).

A suinocultura nacional, detentora da quarta posição mundial na produção e na exportação de carne suína, produziu no ano de 2015 cerca de 3.643 milhões toneladas, exportou 555 mil toneladas de carne suína, e ocupa o sexto maior consumo mundial *per capita* de carne suína com 15,1 kg / habitante/ ano, com o crescimento anual projetado, entre 2014 e 2024 para 2,6% da proteína animal mais consumida no mundo (ABPA, 2016; BRASIL, 2016).

Nesse cenário, a crescente inserção da suinocultura brasileira e o aumento do consumo interno de carne, são consequências de uma trajetória de sucesso econômico da cadeia produtiva suinícola que se estrutura em mudanças organizacionais e no contínuo incremento tecnológico ocorrido no Brasil (VIEIRA, 2014).

A carne suína é um alimento de alto valor nutricional, visto que possui um elevado conteúdo de proteínas, aminoácidos essenciais do complexo B, ácidos graxos monoinsaturados e ricas em minerais como ferro, cálcio, selênio, fósforo, potássio (MARTI; JOHNSON; MATHEWS, 2011). Segundo Melo (2014) a qualidade da carne de suíno pode sofrer consideráveis influências de acordo com o tipo de alimento fornecido. E conhecendo as características da qualidade de carne podemos garantir que estas auxiliam na obtenção de produtos com melhor qualidade tecnológica, sejam *in natura* ou processadas, e principalmente com um significativo valor para o mercado, satisfazendo os desejos de compra, preparo e consumo da carne pelo consumidor (ROSA *et al.*, 2008).

Na suinocultura, as fases de crescimento e terminação são consideradas complexas e sujeitas a muitas variáveis, com grandes transformações

nos índices de desempenho (SILVA *et al.*, 2015). Fatores relacionados a manejo, nutrição, sanidade, genética e ambiência podem afetar o desempenho dos suínos do crescimento até o abate (HECK, 2009), o que torna importante, do ponto de vista econômico, reconhecê-los e possibilitar sua modificação de acordo com os interesses dos produtores, das indústrias ou das cooperativas do setor.

Nas fases de crescimento e terminação dos rebanhos suínos, os consideráveis gastos com alimentação motivaram a busca de recursos nutricionais e de manejo que otimizem essa situação. Nesse contexto, existem vários procedimentos clássicos na literatura e até mesmo aplicados na prática que atendem a esses princípios incluindo, entre outros, a restrição alimentar seguida do ganho compensatório (PURSLOW; ARCHILE-CONTRERAS; CHA, 2012) e o uso da ractopamina (BRIDI *et al.*, 2006; AGOSTINI *et al.*, 2011).

A restrição alimentar seguida por um período de alimentação à vontade, visando o ganho de peso compensatório dos animais, representa um dos recursos que podem amenizar estes momentos de déficit econômico. Sabe-se que os animais expressam uma velocidade de crescimento acelerado após o período de restrição alimentar quando comparados a animais que receberam alimentação à vontade continuamente. Esse ganho de peso é dado pelo aumento do *turnover* protéico muscular (KRISTENSEN *et al.*, 2002), resultando em maior porcentagem de carne na carcaça. O ganho compensatório parece não afetar significativamente as características tecnológicas de qualidade da carne, tais como Potencial Hidrogeniônico - pH final (24 horas), perda de água por gotejamento e coloração (KRISTENSEN *et al.*, 2002; OKSBJERG; SORENSEN; VESTERGAARD, 2002), tornando eficiente essa estratégia de produção.

Outro recurso empregado na melhora da conversão alimentar associada à redução da deposição de gordura na carcaça, ou seja, no aumento percentual da quantidade de carne magra, é o uso da ractopamina. A ractopamina participa nas dietas de suínos em fase final de terminação no Brasil como um aditivo repartidor de nutrientes, agindo na redução da lipogênese, na promoção do desenvolvimento muscular, com resultados importantes na minimização da deposição de tecido adiposo, melhorando a conversão alimentar, o desempenho e as características de carcaça (ALMEIDA *et al.*, 2010; AGOSTINI *et al.*, 2011).

A resposta à ractopamina depende da dose utilizada e insumos nutricionais da dieta, principalmente proteína bruta e aminoácidos (AGOSTINI *et al.*,

2011). Entretanto, estudos sobre a associação de ractopamina com ganho compensatório são bastante escassos e relativamente antigos.

Nas pesquisas remotas, avalia-se os efeitos da suplementação de ractopamina (0, 5, 12.5 e 20 ppm) em dois programas alimentares (*ad libitum* e com menos de 13% de restrição alimentar), Smith *et al.* (1995) observaram que houve apenas uma melhora linear no ganho de peso e conversão alimentar em função dos níveis de ractopamina utilizados, sem efeitos associados aos procedimentos.

Em outra pesquisa Mitchell (2009) avaliou os efeitos da ractopamina no crescimento e na composição corporal de suínos durante o crescimento compensatório e constatou que os suínos responderam positivamente ao tratamento com ractopamina, resultando em aumento na deposição de tecido magro e diminuição da deposição de gordura durante o crescimento.

Reconhecendo os efeitos do consumo compensatório após períodos de restrição alimentar, bem como os efeitos da ractopamina, o objetivo deste estudo foi aumentar o desempenho e os índices de carcaça e verificar as possíveis repercussões na qualidade da carne pelo uso simultâneo desses recursos. A hipótese era que sob a ingestão de ração superior, devido ao consumo compensatório, a ractopamina presente na ração encontraria um maior nível de substrato para aumentar sua ação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 SUINOCULTURA

A suinocultura é uma atividade praticada mundialmente. Dados do USDA (*United States Department of Agriculture*), afirmam que no ano de 2015 eram 1,2 trilhão de suínos em todo mundo. A China aparece como proprietária do maior rebanho de suínos, com 696 milhões de cabeças, seguida da União Europeia com 265,8 milhões de cabeças, Estados Unidos com 121,4 milhões de cabeças, a Rússia com 39,7 milhões de cabeças e Brasil com 39 milhões de cabeças (USDA, 2016 *apud* ABCS, 2016).

Assim, o Brasil, detentor de um plantel de aproximadamente 1,7 milhão de matrizes alocadas para a produção industrial/tecnificada, distribuídas em cerca de 3 mil granjas, a região Sul se evidencia em função de sua elevada participação na produção nacional. Nesse sentido, destaca-se o estado de Santa Catarina que lidera o *ranking* nacional, com um número estimado de 420.488 matrizes, ou 24% do total. Na sequência aparecem o Rio Grande do Sul, com 340.416 matrizes (20%), Minas Gerais, com 273.197 matrizes (16%) e Paraná, com 264.371 matrizes (16%). Assim, juntos esses quatro estados somam 76% do rebanho de matrizes da suinocultura industrial brasileira (IBGE, 2016).

O mercado consumidor de alimentos, a nível mundial, está cada vez mais preocupado com os aspectos relacionados à saúde, sendo que a carne gorda aparece, em muitos casos, como sinônimo de baixa qualidade. Especialistas brasileiros investiram na evolução genética de suínos por 20 anos, o que reduziu em 31% a gordura da carne, 10% do colesterol e 14% de calorias, tornando a carne suína brasileira mais magra e nutritiva, além de saborosa (BRASIL, 2014). Outra maneira de reduzir o conteúdo de gordura e promover o incremento de carne na carcaça é a utilização de aditivos alimentares na dieta nutricional dos animais (MARTINS; SOARES; STEFFENS, 2015).

Os aditivos incluem todas as substâncias adicionadas às rações com a finalidade de conservar, intensificar ou modificar suas propriedades, desde que não prejudique o seu valor nutritivo, representando ferramentas muito importantes, com uso regular na produção de suínos. A justificativa de seu emprego contrasta com o perfil e as fragilidades do segmento e com a intensificação dos sistemas de

produção de suínos, a máxima produtividade representa um dos poucos caminhos para viabilização do setor, que ainda deve atender às demandas dos consumidores quanto à qualidade sensorial e à segurança de seus produtos (SILVA, 2016).

A suinocultura atual produz animais precoces, eficientes e que apresentam carcaças com elevada relação carne-gordura, associada a um ótimo padrão de qualidade. O desafio principal é aumentar o rendimento de carne magra nas carcaças sem interferir negativamente na sua qualidade sensorial (SILVA *et al.*, 2015).

Contudo, o tempo de permanência dos suínos na granja, que está diretamente relacionado com o peso-alvo de abate, é um dos fatores determinantes da rentabilidade da produção e qualidade do produto final. Os principais inconvenientes ao abate dos suínos em pesos elevados são a redução da eficiência alimentar e aumento da deposição de gordura, conforme observado em estudos anteriores (CISNEROS *et al.*, 1996; BEATTIE *et al.*, 1998; LATORRE *et al.*, 2003; D'SOUZA *et al.*, 2004; LATORRE; GARCÍA-BELENGUER; ARIÑO, 2008; PIETERSE *et al.*, 2015), que resultam em aumento do custo de produção e desvalorização das carcaças.

Neste sentido, são muitos os recursos dirigidos para a melhora da eficiência do sistema, destacando-se, entre outros, o manejo de restrição alimentar, associado ao subsequente período de alimentação à vontade, visando a obtenção do ganho de peso compensatório dos animais, pois o abate de suínos em pesos elevados também apresenta vantagens em relação ao abate de suínos mais leves, devido à produção de maior quantidade de carne por animal abatido, o que dilui o custo inicial dos leitões e aumenta o rendimento industrial.

Embora sejam consideradas fases cuja condução se apresenta pouco exigente, as fases de crescimento e terminação são consideradas críticas em termos de custos, dado o peso econômico decorrente da alimentação. Considerando uma granja de ciclo completo, essas fases representam 62% do custo de produção, devido ao elevado consumo de ração pelos animais (GIROTTI; SANTOS FILHO, 2000).

2.2 GANHO COMPENSATÓRIO OU CATCH-UP

Sabe-se que as aves e os mamíferos realimentados após um

determinado período de restrição alimentar exibem crescimento mais acelerado que aqueles animais alimentados sem restrição. Este fenômeno é conhecido como crescimento compensatório e os primeiros registros deste comportamento datam do século passado em experimentos inicialmente feitos com ratos e posteriormente nos suínos (OSBOURNE; MENDEL, 1916; MCMEEKAN, 1940).

O termo *catch-up* também pode ser utilizado para a denominação do crescimento compensatório, sendo considerado pelos autores como mais apropriado, pois este último implica o crescimento excessivo de uma parte do corpo para compensar a perda de parte ou da sua função, o que efetivamente não é o que se espera do processo (YU; ROBINSON, 1992).

De acordo com a sua natureza, a restrição pode ser quantitativa, em que se limita a quantidade de ração consumida pelos animais, mas sem deixar de atender às exigências nutricionais; e a qualitativa, que visa à redução no teor energético nas rações com ingredientes de baixo valor energético, como fibras. Quando a restrição é feita de modo qualitativo, precisamos ficar atentos à inclusão dos alimentos de forma que não altere a palatabilidade e aceitação dos suínos, de modo que eles cumpram a sua função sem prejudicar o consumo dos animais (ALVES, 2003).

O animal pode apresentar compensação completa, parcial ou não apresentar compensação após um período de restrição alimentar. No caso da compensação completa, o ângulo de inclinação da curva de crescimento dos animais que passaram por restrição é maior que a dos animais que não passaram por restrição. Essa compensação na taxa de crescimento pós-restrição permite que o mesmo peso de abate seja atingido à mesma idade (ALVES, 2003).

Já na compensação parcial, o ângulo de inclinação da curva de crescimento dos animais que passaram por restrição é maior que dos animais que não passaram por restrição, mas não o suficiente para que o mesmo peso de abate seja atingido a uma mesma idade (RYAN, 1990). E por fim, quando o ângulo de inclinação da curva de crescimento dos animais que passaram por restrição é menor ou igual ao dos animais que não passaram por restrição, diz-se que não houve compensação, e o mesmo peso de abate será atingido em idades mais avançadas ou até mesmo não será atingido, dependendo da severidade e extensão da restrição (ALVES, 2003).

Para compreensão dos benefícios proporcionados por esse fenômeno fisiológico, diversos pesquisadores têm submetidos animais de diferentes espécies à restrição nutricional visando à melhoria dos índices de produtividade, seja no desempenho ou nas características de carcaça e da carne por meio do ganho compensatório e os resultados e interpretações desses estudos têm sido bastante conflitantes.

Contudo, a restrição da ingestão de nutrientes pode ser induzida pela restrição da ingestão de ração total (LOVATTO *et al.*, 2006; HEYER; LEBRET, 2007), de proteína ou de aminoácidos (ZIMMERMAN; KHAJARERN, 1973; FABIAN *et al.*, 2002; MARTINEZ-RAMIREZ; JEAUROND; LANGE, 2008; KAMALAKAR *et al.*, 2009), ou ainda reduzindo outros componentes da dieta, ou até pela redução da complexidade dietética (WHANG *et al.*, 2000; WOLTER *et al.*, 2003).

Em estudos seriados sobre o ganho compensatório, após a deficiência de lisina dietética, revelaram que tanto a supressão da proteólise quanto o aumento da síntese de proteínas contribuíram para o ganho compensatório após a inclusão suficiente de lisina a partir da fase de restrição (ISHIDA *et al.*, 2015).

Pesquisadores têm atribuído que a ocorrência de ganho compensatório em suínos em fase de crescimento/terminação pode decorrer tanto da restrição do consumo de ração como pela restrição proteica ou aminoacídica. (CHAOSAP; PARR; WISEMAN, 2011; HEYER; LEBRET 2007). Nestes estudos o crescimento compensatório foi utilizado como meio de melhorar a qualidade da carne e carcaça, a utilização de nutrientes e reduzir a excreção de nitrogênio resultando em melhora de eficiência da produção.

No entanto, o crescimento compensatório decorrente da manipulação do nível proteico dietético também apresenta resultados variados, ora positivos (MARTINEZ-RAMIREZ; JEAUROND; LANGE, 2008; 2009; CHAOSAP; PARR; WISEMAN, 2011); ora com crescimento compensatório parcial ou ausente (SKIBA *et al.*, 2001; YANG *et al.*, 2008).

2.2.1 Mecanismos De Ação Do Ganho Compensatório

Os mecanismos de ação envolvidos com o fenômeno do crescimento compensatório não são completamente compreendidos. Mesmo nos casos em que o crescimento compensatório total é alcançado, há opiniões

conflitantes em relação a como e em quais tecidos ocorre crescimento compensatório. O maior ganho de peso após a restrição total de consumo de ração podem ser devido a aumentos nos órgãos e deposição lipídica corporal, em vez de ganho de tecido magro melhorado (LOVATTO *et al.*, 2006; HEYER; LEBRET, 2007; CHAOSAP; PARR; WISEMAN, 2011).

Embora seja patente que os suínos submetidos a restrições de consumo de ração exibam crescimento compensatório durante a realimentação, esses ganhos são devido a um aumento do peso dos órgãos viscerais, ao contrário do tecido muscular. Todavia, quando o crescimento tem sido restringido por reduções na ingestão de proteína ou de aminoácidos, os maiores ganhos associados com o crescimento compensatório podem ser devido ao aumento no ganho da proteína corporal, intimamente relacionada com o ganho de músculo ou tecido magro (WHANG *et al.*, 2003; THERKILDSEN *et al.*, 2004; MARTINEZ-RAMIREZ; JEAUROND; LANGE, 2008).

O ganho compensatório é resultado do aumento da síntese de proteína muscular que ocasiona uma maior porcentagem de carne na carcaça, produzida pelas mudanças ocorridas nos componentes dos ossos, músculos e gordura, assim como pelos principais órgãos, como o fígado, rins, coração e trato gastrointestinal (LAWRENCE; FOWLER, 2002).

Um dos fatores mais importantes na determinação do ganho de peso compensatório é a ingestão do alimento durante a reabilitação. Nessa fase pode ser observado um aumento do apetite que resulta em incremento da ingestão de alimento. Os resultados encontrados na literatura são controversos quanto ao consumo alimentar, após o término da restrição alimentar. Segundo Ryan (1990), há trabalhos em que o consumo aumentou após o restabelecimento da alimentação normal, porém há outros em que não se observaram alterações no consumo. Para Hogg (1991), a ingestão de alimentos é variável durante as três a quatro semanas após o período de restrição alimentar.

Durante a restrição alimentar ocorre uma queda pronunciada da proporção síntese/ degradação protéica devido à redução dos níveis plasmáticos de hormônios anabólicos e ao aumento dos hormônios catabólicos. A insulina plasmática, a 3-5-3'- triiodotironina (T3), a tiroxina (T4), o fator de crescimento semelhante à insulina (IGF-I) diminuem seus níveis, enquanto que os níveis de cortisol e hormônio do crescimento (GH) aumentam. Durante a restrição alimentar,

concentrações plasmáticas de IGF-I diminuem drasticamente devido a baixos receptores disponíveis de GH (HORNICK *et al.*, 2000).

O aumento na concentração sanguínea do hormônio de crescimento estimula a produção de IGF-I e esse por sua vez diminui a produção do HC. Para os animais que passaram por restrição alimentar, esta inter-relação parece “desligada” temporariamente, de forma que os níveis de IGF-I permanecem inalterados enquanto os níveis do HC aumentam (ELSASSER; RUMSEY; HAMMOND, 1989).

A insulina, cuja principal função é aumentar a permeabilidade da célula à entrada de glicose, tem seu nível abaixo do normal em períodos de subnutrição, sendo que há um aumento significativo, ao final do período de restrição (HOGG, 1991).

Quanto a tiroxina (T4), hormônio relacionado com a síntese e degradação muscular, tem-se observado que há uma diminuição nos seus níveis durante o período de restrição, aumentando rapidamente com o início da realimentação (HOGG, 1991).

Pond e Mersmann (1990) avaliaram o crescimento compensatório de órgãos e do peso corporal em um estudo em que compararam o fornecimento *ad libitum* de uma dieta com altos níveis de fibra (80% de alfafa) e com o desempenho de animais que receberam uma dieta controle *ad libitum*, e concluíram que os órgãos podem apresentar crescimento compensatório em diferentes períodos nos suínos em crescimento, porém sem que ocorra uma compensação significativa no peso corporal total do animal.

Sob o ponto de vista histológico, Dauncey *et al.* (1994) e Combes, Louveau e Bonneau (1997) verificaram que o grau de multiplicação das células nas fibras musculares esqueléticas e a variação da síntese proteica, mensurados pela estimativa das quantidades de RNA, DNA e de enzimas diretamente relacionadas com o processo, foi, em todos os casos, maior para os animais que sofreram restrição alimentar e foram realimentados *ad libitum*.

De acordo com Arrigoni (1995), o crescimento compensatório recupera as áreas das fibras que sofrem redução durante a fase de restrição alimentar, igualando-se às fibras musculares daqueles animais que receberam alimentação *ad libitum* continuamente.

2.2.2 Fatores Que Afetam A Resposta De Ganho Compensatório

A capacidade do animal para compensar uma desnutrição parece ser antes o resultado de possíveis interações de fatores genéticos, nutricionais e fisiológicos. Há uma variabilidade das respostas do crescimento compensatório, tendo em vista os diversos fatores que podem estar envolvidos na manifestação do fenômeno. Nicol e Kitessa (1995) afirmam que dentre os fatores mais importantes que influenciam na magnitude do ganho compensatório, destacam-se a idade do animal no início da restrição, a severidade e a duração do período de estresse nutricional e a natureza da restrição alimentar (ALVES, 2003; BRIGANÓ *et al.*, 2008). Sendo assim, há uma variabilidade das respostas do ganho compensatório, tendo em vista os diversos fatores que podem estar envolvidos na manifestação do fenômeno (RYAN, 1990).

Deve-se compreender que nos animais, nas fases iniciais subsequentes ao nascimento, a hiperplasia é o principal processo responsável pelo crescimento das células e posteriormente a hiperplasia, existe a hipertrofia ocorrendo simultaneamente, e finalmente no crescimento mais tardio há predomínio da hipertrofia (WINIK; NOBLE, 1965).

Nos suínos, o crescimento dos tecidos e dos órgãos por proliferação celular continua por mais de sete semanas após o nascimento (SARKAR; LODGE; FRIEND, 1977). Portanto, se a restrição incide sobre a fase de crescimento em que a hiperplasia predomina, o número de células pode ser fortemente reduzido, e, após a realimentação o tamanho normal do corpo e a composição não serão alcançados plenamente.

No entanto, se uma restrição de intensidade e duração semelhante for imposta depois, durante a fase de crescimento hipertrófico, o crescimento compensatório poderá ser completo com toda a composição do animal atendida. Isto poderia explicar parcialmente as discrepâncias nos resultados encontrados por pesquisadores que relatam a presença ou a ausência de uma resposta compensatória após períodos de restrição alimentar.

A idade em que se pratica a restrição é importante e pode explicar a ausência de compensação ou a maneira como ela ocorre. Ryan (1990) afirma que animais que sofrem restrição logo após o nascimento tendem a não demonstrar crescimento compensatório, podendo ter o peso adulto comprometido em relação

aos que não sofreram o manejo.

Therkildsen *et al.* (2004) mostraram que durante a fase de crescimento compensatório o ganho de peso diário aumentou 7,7% e 6,5% e a taxa de conversão alimentar melhorou em 5,9% e 4,7% para os suínos que tinham sido submetidos a uma restrição entre 28 a 80 dias e 28 a 90 dias, respectivamente, sendo depois realimentados *ad libitum* até 140 dias. Os resultados apontaram uma plena recuperação, inclusive para as características de carcaça.

A severidade da restrição, ou seja, a quantidade de nutrientes que o animal terá disponível no período de restrição, influencia a resposta do animal após o restabelecimento da alimentação normal. A intensidade da restrição está relacionada mais com o tempo de permanência do animal em crescimento compensatório do que com a taxa de compensação (RYAN, 1990; ALVES, 2003).

A intensidade desse estresse pode causar redução ou até mesmo taxas negativas de crescimento e essa taxa de ganho compensatório aumenta, à medida que aumenta a duração da restrição (HOGG, 1991).

Wilson e Osbourne (1960) e Fox *et al.* (1972) ressaltaram que o crescimento compensatório pode ser completo, quando os animais são submetidos a períodos curtos ou médios de restrição, sendo que a capacidade de recuperação diminui à medida que a severidade e a duração da restrição são aumentadas.

Wolter *et al.* (2003), Pacheco *et al.* (2007), Heyer e Lebret (2007) e Martinez-Ramirez, Jeaurond e Lange (2008) observaram crescimento compensatório pleno em suínos em crescimento após um período de restrição de nutrientes. No entanto, Lovatto *et al.* (2006) não observaram o crescimento compensatório, enquanto Kamalakar *et al.* (2009) observaram apenas o crescimento compensatório parcial.

Após o período de restrição alimentar, os animais demonstram maior deposição de tecido adiposo, embora o crescimento de vários tecidos dependa, acima de tudo, da raça e da idade do animal (DAZA; OLIVARES; LÓPEZ-BOTE, 2006; SKIBA *et al.*, 2006). No início da fase de crescimento compensatório, a deposição de proteína é predominante, o que leva à manutenção da composição da carcaça a um nível semelhante ao encontrado no período de alimentação restritiva. Depois disso, a deposição de gordura aumenta. Assim, a composição corporal final é também determinada pela duração do período de realimentação (HORNICK *et al.*, 2000).

O estresse nutricional, por motivos variados, resultante de uma limitação quantitativa ou qualitativa de nutrientes fornecidos pelos alimentos, impede o animal de expressar o seu potencial de crescimento. Embora as restrições qualitativamente e quantitativamente possam levar ao crescimento compensatório, o desempenho dos suínos por meio da restrição do consumo de ração parece afetar mais os tecidos que são mais sensíveis à ingestão de energia, como o tecido adiposo, enquanto instituindo restrições na ingestão de proteína há uma maior influência sobre o desenvolvimento de tecido magro.

Martinez-Ramirez, Jeurond e Lange (2008) sugerem que o crescimento compensatório é mais provável que ocorra quando os suínos estão na fase mais dependente de energia ao invés dos estágios em que prevalece mais a deposição de proteínas corporais, que determinam a velocidade e a composição do ganho de peso corporal.

As pesquisas têm apontado que a ocorrência de ganho compensatório em suínos em fase de crescimento/terminação pode decorrer tanto da restrição do consumo de ração como pela restrição proteica ou aminoacídica. (CHAOSAP; PARR; WISEMAN, 2011; HEYER; LEBRET, 2007).

Chaosap, Parr e Wiseman (2011) ressaltam que, embora seja patente que os suínos submetidos a restrições de consumo de ração exibam crescimento compensatório durante a realimentação, esses ganhos são devido a um aumento do peso dos órgãos viscerais, ao contrário do tecido muscular.

Todavia, quando o crescimento tem sido restringido por reduções na ingestão de proteína ou de aminoácidos, os maiores ganhos associados com o crescimento compensatório podem ser devido ao aumento no ganho da proteína corporal, intimamente relacionada com o ganho de músculo ou tecido magro (WHANG *et al.*, 2003; THERKILDSEN *et al.*, 2004; MARTINEZ-RAMIREZ; JEAUROND; LANGE, 2008).

Fraga, Thomaz e Kronka (2005), trabalhando com suínos de elevado peso ao abate, avaliou níveis de 0, 05, 10, 15 e 20% de redução energética, obtidas com a inclusão de casca de arroz. Os resultados obtidos revelaram que o aumento nos níveis de restrição qualitativa proporcionou redução no ganho de peso, consumo de energia e espessura de toucinho e aumento no consumo total de ração, dias para atingir a idade de abate, porcentagem e quantidade de carne magra na carcaça, porém, com piora na conversão alimentar.

Pacheco *et al.* (2007) e Briganó *et al.* (2008) avaliaram a utilização de 20% de restrição alimentar, durante 21 dias, com posterior alimentação à vontade até o abate, em grupos de animais que iniciaram a restrição aos 30, 50 e 70 kg de peso vivo, respectivamente, e observaram que todos os animais submetidos à restrição apresentaram ganho compensatório, atingindo ao final do experimento pesos semelhantes aos dos animais do grupo controle, assim como os mesmos parâmetros de qualidade de carcaça e de carne. No entanto, os autores concluíram que a prática da restrição alimentar aplicada a partir dos 70 kg de peso vivo, seguida de alimentação à vontade, apresentou o melhor resultado de eficiência econômica.

Segundo Lebret (2008) e Skiba (2010), através do uso de estratégias de restrição da ingestão de nutrientes de suínos, seguidas da retomada do consumo, o crescimento compensatório se estabelecerá, podendo influenciar positivamente a qualidade da carne. Purslow, Archile-Contreras e Cha (2012) afirmaram que o ganho compensatório de animais, após passarem por um período de restrição alimentar, se dá através do processo de renovação tecidual proteica, incluindo o colágeno, que tem interferido na qualidade da carne, tornando-a mais macia. Esse aumento no *turnover* proteico do músculo vivo e do aumento do potencial proteolítico que o músculo sofre no *post mortem* pode, portanto, melhorar a qualidade da carne.

Lebret (2008) relatou que ao restringir a ingestão de nutrientes há redução das taxas de crescimento inicialmente, mas, durante o crescimento compensatório, a dinâmica do ganho de peso corporal pode ser modificada de uma maneira que melhora a maciez da carne como resultado do aumento do volume *in vivo* da proteína do músculo. O aumento da taxa de síntese e de degradação de proteínas do músculo que ocorre durante o crescimento compensatório pode aumentar a atividade de m-calpaína e, assim, o potencial proteolítico no tecido muscular. Consequentemente, isso pode resultar em aumento da maciez carne.

Concomitante, a taxa de crescimento de animais e a taxa de formação do tecido muscular podem afetar a maciez (ŁYCZYŃSKI *et al.*, 2006). Como relatado por Therkildsen *et al.* (2004), o grau de maciez da carne é determinado pela taxa de decomposição da proteína do músculo de animais vivos durante o abate. De acordo com estes autores, a reação de crescimento compensatório aumenta a decomposição da proteína muscular e pode ser um meio de melhorar a maciez da carne.

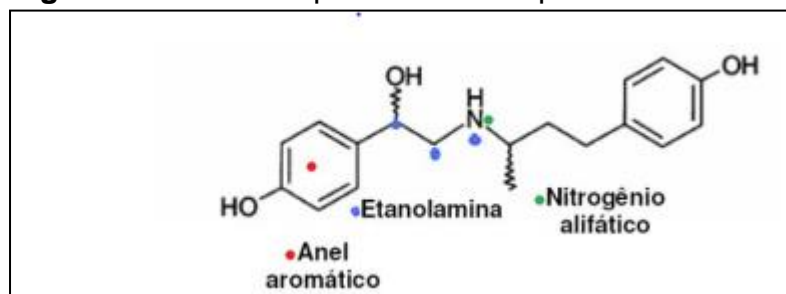
2.3 RACTOPAMINA

2.3.1 Características Químicas E Modo De Ação

A ractopamina é um agonista β -adrenérgico com estrutura análoga aos hormônios catecolaminas naturais como a adrenalina e noradrenalina, empregadas na produção animal como aditivos melhoradores do desempenho (MOODY; HANCOK; ANDERSON, 2000). Ela age como modificadores do metabolismo animal, alterando a partição de nutrientes, desviando e promovendo o crescimento de tecido magro e reduzindo o teor de gordura na carcaça de suínos em terminação (PALERMO NETO, 2002).

É representada quimicamente pela fórmula 4-[3-[[2-hidroxi-2-(4-hidroxifenil) etil]] amino butil] fenol, fórmula molecular $C_{18}H_{23}NO_3$, massa molar 301,39g e esse agonista de receptores β -adrenérgicos pertence à família das fenetanolaminas é caracterizado pela presença, em sua estrutura, de um anel aromático substituível, uma cadeia lateral de etanolamina e um nitrogênio alifático (SMITH, 1998) (Figura 1).

Figura 1 - Estrutura química da ractopamina



Fonte: Smith (1998).

De acordo com Ricke *et al.* (1999) para um agonista β apresentar atividade biológica é necessário que exista em sua constituição um anel aromático com seis membros substituíveis, um grupo hidroxil ligado ao carbono β do radical amina em configuração R e um nitrogênio com carga positiva no grupo etilamina, substituível no nitrogênio alifático para dar especificidade ao receptor do tipo β . Mills *et al.* (2003) e Mills, Spurlock e Smith (2003) explicam que a ractopamina apresenta

dois centros quirais em sua constituição e pode formar quatro esteroisômeros RR, RS, SR e SS.

O isômero RR é o mais lipolítico e é provavelmente o mais ativo e funcional que influencia o crescimento em suínos. Smith (1998) verificou, em seu estudo com roedores, que a ractopamina é seletiva para β 1-adrenoreceptores, mas nos suínos, conforme Mills (2002a), a ractopamina possui afinidade similar com os receptores adrenérgicos β 1 e β 2. No entanto, a resposta é mais eficiente quando ocorre a ligação de seu esteroisômero RR ao β 2. (MERSMANN, 2002; MILLS, 2002b).

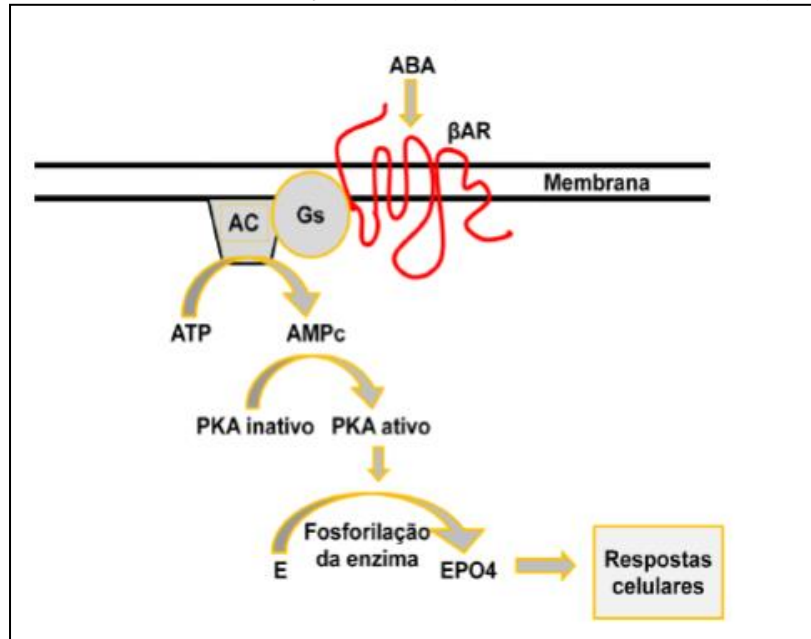
O mecanismo de ação da ractopamina nos receptores β -adrenérgicos presentes no tecido adiposo dos suínos é similar ao descrito para as catecolaminas e também envolve a produção de um segundo mensageiro intracelular (Monofosfato Cíclico de Adenosina - AMPc) que irá fosforilar a Enzima Proteína Quinase (PKA), tornando-a ativa. A PKA ativa irá fosforilar as enzimas lipolíticas, que respondem quebrando as reservas de gordura.

Contudo, de acordo com Leeb-Lundberg *et al.* (1987), se o agonista atuar continuamente sob os receptores β , poderá causar uma redução na sua quantidade pelos processos de dessensibilização, sequestro e *down-regulation* explicados anteriormente e, como consequência, um decréscimo na resposta à estimulação β -adrenérgica da ractopamina (MILLS, 2002b; SPURLOCK; CUSUMANO; MILLS, 1993). Embora essa dessensibilização possa ser verificada no tecido adiposo, o mesmo não ocorre no tecido muscular. De acordo com Spurlock *et al.* (1994), parece que o processo de *down-regulation* tem pouca influência sobre esse tecido, já que o número de β -receptores no músculo esquelético de suínos alimentados com ractopamina por 28 dias não diminui.

Os resultados fisiológicos gerados em resposta a ação da ractopamina no corpo do animal são afetados pela a atividade do composto no receptor, bem como, pelas suas taxas de absorção, metabolismo e eliminação (SMITH, 1998). Sabe-se que a ractopamina em suínos é capaz de particionar os nutrientes do tecido adiposo em favor do aumento da taxa de síntese proteica e do crescimento muscular (Figura 2). Ao ativar receptores adrenérgicos específicos que modificam os sinais metabólicos nas células musculares e adiposas, a ractopamina acaba gerando redução da deposição de gordura e/ou síntese de AG e, como

resultado, é possível ter uma melhora na qualidade da carne produzida (APPLE *et al.*, 2004; ROSSI *et al.*, 2010; WATANABE *et al.*, 2012).

Figura 2 - Modo de ação dos agonistas beta-adrenérgicos.



Fonte: Moody, Hancock e Anderson (2000).

ABA: Agonista Beta-adrenérgico, AR: Receptor Beta-adrenérgico, Gs: Proteína Ativa, AC: Enzima Adenilato Ciclase, ATP: Trifosfato de Adenosina, AMPc: Monofosfato Cíclico de Adenosina, PKA: Proteína Cinase A, E: Enzima, EPO4: Enzima Fosforilada.

2.3.2 Utilização Da Ractopamina Na Produção De Suínos E Seus Efeitos

Na produção de suínos, a compreensão do metabolismo lipídico e os mecanismos pelos quais é regulado têm ajudado no desenvolvimento de estratégias cada vez melhores para modificar a deposição de gorduras nos diferentes tecidos animais e, assim, melhorar a qualidade da carne como exemplos de estratégia cita-se a suplementação de ração com a ractopamina (KUTZLER *et al.*, 2011; PATIENCE *et al.*, 2009; ROSSI *et al.*, 2010). A utilização de ractopamina em dietas para suínos em fase de terminação tem como objetivo o abate de animais com peso superior ao convencional, aumentando o rendimento de carne magra na carcaça (GIRÃO *et al.*, 2008). O efeito da suplementação da ractopamina na dieta de suínos é dependente de genética, da categoria sexual e do nível de inclusão do aditivo (LATORRE *et al.*, 2008).

As melhorias no desempenho de animais tratados com ractopamina parecem ser maiores durante as primeiras semanas de administração do aditivo e

tendem a diminuir conforme a variação da dose. A suplementação de ractopamina é mais eficiente no período compreendido entre os 21 dias antes do abate em animais que já tenham atingido a maturidade, uma vez que estes diminuem a capacidade de síntese proteica, ampliando assim a eficiência da ractopamina pela ação de inibição da lipogênese e aumento da lipólise (MARTINS; SOARES; STEFFENS, 2015).

Para leitoas em terminação a suplementação com ractopamina durante 0, 7, 14, 21, 28 e 35 dias pré-abate resultou em efeito linear positivo de acordo com a duração da suplementação de ractopamina, para os índices de desempenho, peso final, ganho de peso diário e conversão alimentar. Já os índices de características de carcaça não foram observados efeito da duração da suplementação (SILVA *et al.*, 2011).

Os benefícios da ractopamina dependem do período de duração da suplementação, obtendo-se diferentes respostas de acordo com as semanas utilizadas, sendo que até a terceira semana é obtida a máxima resposta para ganho de peso e percentual de carne magra na carcaça (WILLIAMS *et al.*, 1994).

Nos estudos realizados por Amin *et al.* (2014) para avaliar os efeitos da suplementação de 20 ppm de ractopamina na qualidade da carne suína, durante 28 e 35 dias, onde foram medidos o pH, a capacidade de retenção de água, coloração, força de cisalhamento e, a oxidação, foi constatado que a suplementação de 20 ppm de ractopamina, durante sete dias, reduziu a luminosidade (L^*) da carne e aumentou a força de cisalhamento. Os demais parâmetros qualitativos da carne suína não foram influenciados pela ractopamina.

Ferreira *et al.* (2011) demonstraram que suínos de elevado potencial genético para a síntese do tecido muscular, que receberam 5 ppm de ractopamina durante 28 dias apresentaram benefícios no desempenho e melhora das características da carcaça, incluindo redução da deposição de lipídios, enquanto maiores doses não ofereceram efeitos adicionais. Portanto, a definição da dosagem para a ractopamina nos suínos depende principalmente da linhagem utilizada (SCHINCKEL, RICHERT; HERR, 2002). No entanto, deve-se levar em consideração que a criação dos animais derivados de linhagens com maior tendência para a deposição de grandes quantidades de tecido adiposo pode necessitar de doses maiores de ractopamina.

Almeida *et al.* (2010), Rossi *et al.* (2010) e Agostini *et al.* (2011) postulam que a ractopamina em animais de terminação pode ser utilizada entre 21 a

28 dias antes do abate e em quantidades que variam entre 5, 10 e 20 ppm. Em contrapartida, Carr *et al.* (2005), ao avaliarem a suplementação com 10 ppm de ractopamina, observaram que os suínos suplementados durante 14 e 28 dias apresentaram melhora na eficiência alimentar em relação ao grupo não suplementado.

Reiter *et al.* (2007) compararam uma administração crônica durante 52 dias de ractopamina na expressão diferencial de genes relacionados ao anabolismo e ao catabolismo de lipídeos no tecido adiposo, fígado e músculo esquelético de suínos das raças Pietrain e Duroc, e observaram redução em ambas as raças na expressão dos genes FAS do tecido adiposo e fígado, SREBP-1 do tecido adiposo e do GLUT-4 do músculo esquelético, e um aumento na expressão gênica da enzima acetil-Co A desidrogenase no fígado e músculo esquelético .

No entanto, Mimbs *et al.* (2005) não observaram efeito da suplementação de 10 ppm de ractopamina durante 7, 14, 21 e 28 dias sobre o peso final de machos castrados de linhagens de alta e baixa deposição de gordura na fase de terminação, mas o aditivo melhorou a eficiência de utilização dos nutrientes da dieta, quando suplementado durante 21 e 28 dias. Para Fernández-Dueñas *et al.* (2008), a resposta máxima da ractopamina ocorre entre 21 e 28 dias de consumo. Após o 30º dia de consumo deste aditivo, os benefícios parecem diminuir o que foi observado também em estudo meta analítico realizado por Andretta *et al.* (2011).

Armstrong *et al.* (2004) observaram respostas positivas ao uso de 20 ppm de ractopamina durante 5 semanas, com aumento linear para o peso de carcaça quente. A inclusão de 20 ppm de ractopamina na dieta de suínos machos castrados em terminação durante 35 dias maximizou o ganho de peso diário, a conversão alimentar, o peso de carcaça quente, a quantidade de carne magra e o índice de bonificação, sem alterar as demais variáveis. Segundo esses pesquisadores, o retorno econômico para quantidade de carne magra produzida por animal ocorre a partir do sétimo de suplementação pré-abate de 20 ppm de ractopamina na dieta.

Diversos protocolos de suplementação com ractopamina foram testados, porém, devido às diferenças genéticas, ambientais e de manejo, um nível adequado de suplementação ainda não está estabelecido. Quanto à resposta ao uso da ractopamina, a literatura aponta controvérsias.

Na prática, essa suplementação na dieta dos suínos tem sido em períodos inferiores a 28 dias, devido ao seu custo elevado. Além disso, após 28 dias de suplementação pode ocorrer redução lenta das respostas em função do fenômeno chamado *down-regulation*, ou dessensibilização dos receptores β -adrenérgicos (MOODY; HANCOK; ANDERSON, 2000).

Por outro lado, a seleção genética para o desenvolvimento de linhagens que resultem em carcaças com maior percentual de carne magra levou também a um incremento no requerimento de aminoácidos essenciais (FERREIRA *et al.*, 2013), especialmente a relação lisina / ingestão calórica (SCHINCKEL *et al.*, 2003). Somado a isso, o estímulo da síntese proteica, desencadeado pelo uso da ractopamina requer um ajuste nos níveis destes aminoácidos, principalmente a lisina (DUNSHEA *et al.*, 1993).

Marçal *et al.* (2015) utilizaram seis planos de suplementação com ractopamina durante 30 dias (0, 5, 10, 20 ppm; 5 ppm, durante 15 dias, seguidos por 10 ppm durante 15 dias; e 10 ppm durante 15 dias seguidos por 20 ppm durante 15 dias) sem ajustes aminoacídicos e concluíram que a suplementação de 5 ppm de ractopamina em dietas sem ajustes aminoacídicos melhora o desempenho e as características de carcaça de suínos em terminação.

Mitchell, Solomon e Steele (1991) estimaram que um acréscimo de 30% nos níveis de lisina acima dos níveis basais era adequado para suínos em terminação suplementados com ractopamina. Porém, devido principalmente aos avanços genéticos ao longo dos anos, os requerimentos dos aminoácidos foram revistos. Foi estimado ao redor de 18% o acréscimo de lisina para suínos suplementados com ractopamina (ROSTAGNO, 2011; NRC, 2012). Neste contexto, as respostas às suplementações com a ractopamina causam algumas discrepâncias nos resultados, que vão desde um maior ganho de peso, menor consumo de ração maior rendimento de carcaça e melhor conversão alimentar, até uma ausência total de efeito.

Os efeitos sobre o desempenho em animais submetidos ao tratamento com dietas suplementadas com ractopamina, de um modo geral têm apresentado características de melhorias nos índices zootécnicos (ganho de peso e conversão alimentar) em relação aos animais não suplementados.

Silva *et al.* (2015) observaram melhora de 8,5% na conversão alimentar com suplementação com 10ppm de ractopamina durante 28 dias,

associada ou não às vitaminas antioxidantes C e E respectivamente, 100 e 200mg kg⁻¹ de ração), em relação aos animais não suplementados. De modo similar, Mimbs *et al.* (2005), avaliaram durante 7, 14, 21 e 28 dias a suplementação com 10 ppm de ractopamina, verificaram melhora da eficiência de utilização dos nutrientes da dieta com a suplementação por 21 e 28 dias.

Efeitos positivos também foram relatados por Oliveira (2011) que observaram que a suplementação com 20ppm de ractopamina durante 35 dias resultou em melhora de 11,5% na conversão alimentar, quando comparado ao grupo controle não suplementado.

Leal *et al.* (2014), avaliaram o desempenho e o rendimento de carcaça de suínos recebendo dietas com níveis crescentes de ractopamina (0, 3, 6, 9, 12 e 15 ppm) na fase de terminação, por um período de 28 dias. Os autores confirmaram a eficácia do aditivo na melhora do desempenho de suínos, tanto nos machos castrados como nas fêmeas, com repercussões positivas no peso final e na conversão alimentar, sendo estes efeitos proporcionais à concentração, preservada a necessidade de aumento dos níveis de lisina dietéticos.

A eficiência alimentar também tem uma melhora significativa com o uso da ractopamina, aumentando em 14% a eficiência alimentar observada e em 11% a eficiência alimentar calculada dos animais. Em termos de inclusão deste aditivo, para cada aumento de 1 mg/kg na dieta, pode ser esperado um incremento de 0,002% na eficiência alimentar observada (ANDRETTA *et al.*, 2011).

As características de carcaça de forma geral são melhoradas com a utilização da ractopamina e um dos principais efeitos se dá pela diminuição da quantidade de gordura. Todavia, com relação à qualidade da carne existem alguns resultados contraditórios.

Observa-se nas características de carcaça de suínos suplementados com ractopamina o incremento no peso da carcaça (FERNÁNDEZ-DUEÑAS *et al.*, 2008) a melhora da área de olho de lombo (WEBER *et al.*, 2006; HINSON *et al.*, 2011), da profundidade de lombo (TAVÁREZ *et al.*, 2012), da porcentagem de carne magra na carcaça (CANTARELLI *et al.*, 2009; MITCHELL, 2009), bem como e no rendimento de carcaça (PATIENCE *et al.*, 2009). Armstrong *et al.* (2004), quando suplementaram 20 ppm de ractopamina durante cinco semanas, constataram aumento linear para o peso de carcaça quente.

Em relação ao pH final da carne, estudos recentes não apontam alteração deste parâmetro quando se trabalha com níveis de ractopamina entre 0 a 20 ppm (CARR *et al.*, 2005; BRIDI *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2010; AGOSTINI *et al.*, 2011). Entretanto, estudos anteriores apontavam uma tendência a resultados mais elevados em suínos tratados com agonistas beta-adrenérgicos, entre eles a ractopamina e que, devido ao consumo do glicogênio muscular pela ação beta adrenérgica desse produto, levariam a uma menor produção e acúmulo de ácido láctico na carcaça pós-abate e aumento o pH final da mesma (MOLLER; BERTELSEN; OLSEN, 1992; WOOD; WISEMAN; COLE, 1994).

A cor do músculo também pode sofrer alteração a partir do uso da ractopamina, com redução dos valores a^* (vermelho-verde) e b^* (azul-amarelo) (UTTARO *et al.*, 1993; CARR *et al.*, 2005; ALMEIDA *et al.*, 2008; AGOSTINI *et al.*, 2011). Entretanto, esses valores podem não ser influenciados pela ação deste produto (ARMSTRONG *et al.*, 2004; BRIDI *et al.*, 2006).

Os valores de L^* (luminosidade) geralmente não são influenciados pela ação da ractopamina (BRIDI *et al.*, 2006; ALMEIDA *et al.*, 2010; AGOSTINI *et al.*, 2011). O que pode determinar essa redução na coloração de a^* é a menor presença de oximioglobina muscular (pigmento que dá coloração vermelha à carne) em animais sob ação da ractopamina, promovendo redução dessa coloração vermelha (ALMEIDA *et al.*, 2008).

Já o b^* indica a tonalidade de azul - amarelo da carne e, de maneira geral, está relacionado com a presença de pigmentos carotenóides que se depositam na gordura, e pode ser alterado com animais mais pesados ao abate (CISNEROS *et al.*, 1996) ou à mudança da composição de ácidos graxos da carne (JOO *et al.*, 2002).

Quanto a ractopamina tende a aumentar a força de cisalhamento do músculo e, por consequência, a reduz a maciez da carne (CARR *et al.*, 2005). O uso de ractopamina sobre este atributo pode ser resultado do aumento do diâmetro das fibras musculares ou da redução da atividade da enzima proteolítica calpaína, cujo declínio está associado a maior porcentagem de tecido magro.

A ação de agonistas beta-adrenérgicos pode estimular a calpastatina, enzima responsável pela inibição da calpaína e que tem influência direta sobre a força de cisalhamento e maciez da carne (RUBENSAM, 2000), pois a

enzima está ligada à degradação *post mortem* da proteína miofibrilar e, portanto, a esses parâmetros de qualidade de carne (LONERGAN *et al.*, 2001).

O marmoreio que corresponde à gordura entremeada na carne ou gordura intramuscular, parece estar também relacionado com a utilização de ractopamina. Estudos demonstram que o uso de ractopamina em inclusões de 10 e 20 ppm pode resultar na diminuição do marmoreio, entretanto essa redução não influencia a qualidade da carne para o consumidor quando comparada com aquelas que não sofreram a ação deste produto (AGOSTINI *et al.*, 2011). Já a suplementação de 5 a 7,4 mg/kg de ractopamina parece não influenciar o marmoreio nem a preferência de consumo do lombo (*Longissimus thoracis*) para animais de terminação tardia (133 kg de peso final) (FERNÁNDEZ-DUEÑAS *et al.*, 2008).

Alguns trabalhos indicam que a ractopamina não exerce nenhum impacto significativo sobre a qualidade da carne suína, inclusive na cor, na marmorização, na firmeza e nos valores de pH final (STITES *et al.*, 1991; UTTARO *et al.*, 1993). Porém, trabalhos posteriores indicaram efeito da ractopamina sobre a cor devido às mudanças na composição das fibras musculares (CHANG *et al.*, 2003), além da diminuição na quantidade de ácidos graxos saturados e aumento da polinsaturação de lipídios da carne suína (CARR *et al.*, 2005).

Bridi *et al.* (2006), trabalhando com suínos machos castrados e fêmeas dos genótipos halotano homocigoto dominante (HalNN) e heterocigoto (HalNn) suplementados ou não com ractopamina, verificaram que o uso de 10 ppm de ractopamina na ração não afetou os valores de pH inicial e final da carne, a temperatura da carcaça 45 minutos após o abate, o grau de marmoreio, a maciez, assim como os parâmetros de perda de água e a coloração da carne entre os suínos suplementados ou não com ractopamina.

Watanabe *et al.* (2012) analisaram as qualidades física, química e sensorial, além do perfil de ácidos graxos da carne de fêmeas suínas alimentadas com dietas com 0, 5, 10 ou 15 ppm de ractopamina, e não observaram efeito desta sobre o pH, a capacidade de retenção de água, a força de cisalhamento, a cor e a oxidação lipídica da carne de fêmeas suínas.

Rossi *et al.* (2010) trabalharam com suínos machos castrados e fêmeas em terminação com adição de ractopamina nas dietas (0, 10 ou 20 ppm) e verificaram que a utilização da ractopamina na alimentação de suínos aumentou as concentrações de proteína e umidade no músculo *Longissimus thoracis* e diminuiu a

quantidade de gordura. O uso da droga resultou ainda na alteração no perfil de ácidos graxos insaturados do com aumento na quantidade de ácido linoléico e diminuição do ácido araquidônico.

Athayde *et al.* (2012), ao avaliarem a suplementação de ractopamina (0, 5 ou 10 ppm) em dietas para suínos machos castrados ou fêmeas em terminação, não observaram diferenças para o pH inicial e final, perda de água por exsudação e valores de L* e b*. Porém verificaram menor perda de água na cocção para o nível de 10 ppm de ractopamina e maior força de cisalhamento

De acordo com esses pesquisadores, a ractopamina é responsável pelo aumento do diâmetro da fibra muscular e pela redução da atividade da enzima proteolítica calpaína. Esta redução da maciez, por sua vez, é consequência da diminuição da degradação de proteínas e da quebra de miofibrilas nos músculos de suínos alimentados com ração contendo este aditivo (ATHAYDE *et al.*, 2012).

Agostini *et al.* (2011), ao realizarem a análise sensorial da carne, observaram diferença entre os níveis de ractopamina, porém a maior pontuação em valores absolutos para a força de cisalhamento e para a perda de água (descongelamento, gotejamento e cocção) foi para a carne de animais que não receberam a suplementação de ractopamina na dieta. No entanto, verificaram menor valor de a* e maior diâmetro da fibra ocorreu para os animais suplementados com 20 ppm de ractopamina. A taxa de marmoreio também foi menor em animais que receberam o maior nível do agonista.

O cloridrato de ractopamina foi autorizado como aditivo zootécnico para uso nas indústrias suinícolas pelo *Food and Drug Administration* (FDA) desde 1999. No Brasil, a utilização deste aditivo em rações comerciais de suínos em fase de terminação foi aprovada por meio da Portaria nº 1179, de 17 de junho de 1996 (BRASIL, 1996). Desde então, tem-se à disposição uma alternativa para potencializar o desempenho e a produção de carne desses animais, beneficiando assim todos os componentes da cadeia produtiva.

A ractopamina é administrada nas rações de suínos em fase de terminação, no período anterior ao abate, em animais que já tenham atingido a maturidade, ou seja, quando a capacidade de retenção das proteínas começa a ser menor. Nesse momento, associa-se que os efeitos dos agonistas beta-adrenérgicos são mais consistentes. A utilização da ractopamina na nutrição animal é feita pela

via de administração oral, adicionando-a na ração. A sua absorção é influenciada diretamente pelo pH do trato gastrointestinal.

No estômago, independentemente da espécie ou da idade do animal, ocorre formação de um cátion na amina alifática, enquanto no intestino, devido à natureza de seu conteúdo ser mais neutra, a ractopamina sofre redução na ionização de seus compostos, que aumenta a absorção passiva através da mucosa intestinal. Após absorvida, é metabolizada pelo fígado originando três metabólitos identificados como monoglicuronídeos ractopamina, após sua utilização e/ou interrupção do fornecimento é eliminada predominantemente urinária (RAMOS; SILVEIRA, 2001).

Embora os estudos afirmem que a ractopamina não faz mal à saúde humana, o aditivo tem seu uso proibido em 126 países, com destaque na União Europeia, China, Japão e Rússia, que declararam tolerância zero aos 26 países cujas legislações permitem a suplementação das dietas com a ractopamina, a exemplo do Brasil e Estados Unidos (FERREIRA *et al.*, 2011). A ractopamina é a única representante da classe dos beta-adrenérgicos que pode ser utilizada nas dietas de suínos, autorizada no Brasil pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

A RAC é a única representante da classe dos β -adrenérgicos que pode ser utilizada nas dietas de suínos, autorizada no Brasil, pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Por meio do Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes (PNCRC), responsável pela monitoria dos resíduos de substâncias ilícitas presentes nos produtos de origem animal, estabeleceu-se a verificação da presença de resíduos de ractopamina desde 2010 (BRASIL, 2013). Destaca-se ainda que a adoção do Limite Máximo de Resíduos (LMR) para esse aditivo está em discussão no Codex Alimentarius (2014), organização internacional da qual o Brasil é signatário, que visa à elaboração de padrões de inocuidade e segurança alimentar entre os países membros (SPISSO *et al.*, 2009 *apud* AMIN, 2013).

Os limites estabelecidos pela comissão baseiam-se na detecção de resíduos nos tecidos a partir de 12 horas após a administração da substância, já que os animais são abatidos entre 12 a 24 horas após o consumo de ração (CORASSA, 2007).

2.4 GANHO COMPENSATÓRIO ASSOCIADO AO USO DE RACTOPAMINA

A escolha do manejo nutricional e do uso de aditivos melhoradores do desempenho na fase de terminação de suínos depende principalmente das condições de preço dos insumos e do valor pago pelo suíno. A lucratividade da produção deste segmento no nível do produtor é diretamente dependente do grau de eficiência de utilização dos meios de produção, sendo o parâmetro conversão do alimento em carne possivelmente a variável mais importante para se medir esta eficiência nas fases finais de engorda. Neste sentido, na nutrição algumas alternativas podem diminuir a quantidade de gordura na carcaça e, ao mesmo tempo, aumentar a quantidade de carne, resultando em melhora desta eficiência.

Uma alternativa é a restrição do consumo, que se mostra bastante efetiva para este índice (KLOAREG *et al.*, 2005, BEE *et al.*, 2007). Apesar de apresentarem melhores resultados para peso e rendimento de carcaça com alimentação à vontade, as linhagens com maior apetite tendem a depositar mais gordura na carcaça, quando comparados à linhagens de alto potencial de deposição de carne na carcaça (BELLAYER, 1992).

A restrição no consumo tem sido associada à melhora na eficiência alimentar e redução na deposição de gordura na carcaça (WARPECHOWSKI *et al.*, 1999; BERTOL; LUDKE; BELLAYER, 2001), favorecendo animais com carcaça mais magra e com maior percentual de carne em relação aos alimentados à vontade, principalmente, na fase de terminação (PEREIRA *et al.*, 1987; LEYMASTER; MERSMANN, 1991). A ractopamina também tem sido associada a efeitos benéficos por reduzir a quantidade de gordura (MIMBS *et al.*, 2005) e aumentar a quantidade de carne na carcaça de suínos (STOLLER *et al.*, 2003). Tais resultados podem significar melhores preços na indústria.

A restrição é implementada usando dietas adaptadas nutricionalmente, visando o atendimento das exigências nutricionais dos suínos para a formação do tecido magro (LUDKE; BERTOL; SCHEUERMANN, 1998). Em geral, se a quantidade do alimento for reduzida, deve-se compensá-la aumentando a concentração de proteína e, conseqüentemente, melhorando a qualidade da dieta. Isso resultará em melhoria da eficiência alimentar e da qualidade da carcaça (BELLAYER, 1992). O estresse nutricional, por motivos variados, resultante de uma limitação quantitativa ou qualitativa de nutrientes fornecidos pelos alimentos, impede

o animal de expressar o seu potencial de crescimento. A intensidade desse estresse pode causar redução ou até mesmo taxas negativas de crescimento (HOGG, 1991).

Assim, durante o crescimento compensatório as principais alterações estão relacionadas com a ingestão de alimentos, tamanho e atividade dos órgãos internos, alterações metabólicas, endócrinas e na composição corporal. As mesmas são ainda influenciadas pelos fatores como a idade do animal no início da restrição, severidade e duração do período de restrição alimentar e natureza da restrição alimentar. Por outro lado, pesquisas mostram que os suínos podem sofrer restrição alimentar até 28% ou três semanas de restrição severa (em que há perda de 20% do peso) apresentando, mesmo assim, ganho compensatório, com peso igual ao dos animais alimentados à vontade.

Pacheco *et al.* (2007) e Briganó *et al.* (2008) observaram em estudos com restrição alimentar quantitativa de 20% em suínos a partir de 70 kg de peso vivo, seguida por um período de alimentação à vontade, visando o ganho de peso compensatório, que este manejo pode ser interessante para amenizar momentos de déficit econômico da atividade, pois a melhoria da conversão alimentar traz como resultado um aumento na eficiência de utilização dos alimentos.

Outra forma que vem sendo bastante utilizada é o uso de agonistas beta-adrenérgicos, como a ractopamina (WATKINS *et al.*, 1990; ZAGURY *et al.*, 2002; MARINHO *et al.*, 2007; SANCHES *et al.*, 2010). Os efeitos atribuídos a ractopamina são os aumentos da atividade lipolítica e inibição da lipogênese. Rossi *et al.* (2010) verificaram que suínos suplementados com ractopamina aumentam a sua taxa de síntese proteica e tendem ao decréscimo na deposição lipídica.

A ractopamina atua através da liberação de estímulos a partir de receptores especializados que desencadeiam processos bioquímicos relacionados com o AMP cíclico. Esta ação determina um aumento na deposição do músculo pela hipertrofia do diâmetro das fibras musculares, mais especificamente das fibras brancas e intermediárias (AALHUS *et al.*, 1992), incrementando o desempenho e as características de carcaça (FERREIRA *et al.*, 2011), além de proporcionar redução na espessura de toucinho e aumento na porcentagem de carne magra e rendimento de carcaça (KIEFER; SANCHES, 2009), e favorecendo a síntese proteica em detrimento da deposição de tecido adiposo na carcaça (WATKINS *et al.*, 1990; ARMSTRONG *et al.*, 2004; BRIDI *et al.*, 2006).

Segundo Amaral *et al.* (2009), suínos alimentados com dietas contendo 10 ppm, em relação ao grupo controle, apresentaram aumentos de 1,32; 21,4 e 5,7% no rendimento de carcaça, na área de olho de lombo e no rendimento de carne, respectivamente.

Smith *et al.* (1995) trabalharam com níveis de suplementação de ractopamina (0, 5, 12,5 e 20 ppm) e dois programas alimentares (à vontade e restrição alimentar de 13 %) e observaram que somente houve melhora linear no ganho de peso e na conversão alimentar em função dos níveis de ractopamina utilizados.

Mitchell (2009), ao avaliar os efeitos do uso de ractopamina sobre o crescimento e a composição corporal de suínos durante o crescimento compensatório, concluiu que houve um favorecimento do crescimento, redução da deposição de gordura, aumento da deposição de tecido magro, com uma melhora na eficiência de deposição de proteína e uma redução da eficiência energética.

Cantarelli (2008; 2009) ao avaliarem as características da carcaça e viabilidade econômica do uso de ractopamina (15 ppm) durante 28 dias para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita não observaram efeito da interação entre a suplementação de ractopamina e a forma de arraçamento sobre as variáveis peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, área de olho de lombo e espessura de toucinho

Na análise da viabilidade econômica, Cantarelli (2008; 2009) observaram maior receita bruta para o grupo de animais de receberam o aditivo independentemente da forma de arraçamento o que levou a conclusão de que a suplementação com 5 ppm de ractopamina associada ou não à restrição alimentar, melhora as características da carcaça e viabiliza, economicamente, a produção. De acordo com os autores a restrição alimentar aumenta a porcentagem de carne, entretanto não influencia a receita líquida final obtida pelo produtor.

Em síntese ao exposto, percebe-se que, tanto a restrição alimentar quanto a utilização de ractopamina vêm sendo bastante utilizadas pelas indústrias integradoras. No entanto, a aplicação prática ainda é pouco conhecida da associação entre a restrição alimentar quantitativa seguida de ganho compensatório com a ractopamina e seus efeitos no desempenho e nas características de carcaça e da carne suína ainda são conflitantes.

3 REFERÊNCIAS

- AALHUS, J. L. *et al.* The effect of ractopamine on myofibre distribution and morphology and their relation to meat quality in swine. **Meat Science**, v. 31, p. 397-409, 1992.
- AGOSTINI, P. S. *et al.* Efeito da RAC na performance e na fisiologia do suíno. **Archivos de Zootecnia**, v. 60, n. 231, p. 659-670, 2011.
- ALMEIDA, V. V. *et al.* RAC, cromo-metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 9, p. 1969-1977, 2010.
- ALMEIDA, E. C. *et al.* Desempenho de suínos em terminação recebendo rações formuladas com diferentes níveis de lisina, suplementadas ou não com RAC. *In: PORKEXPO & IV FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA. Anais...* p.121-122, 2008.
- ALVES, D. D. Crescimento compensatório em bovinos de corte. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 98, p. 61-67, 2003.
- AMARAL, N. O. *et al.* Ractopamine hydrochloride in formulated rations for barrows or gilts from 94 to 130 kg. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 38, p. 1494-1501, 2009.
- AMIN, M. **RAC na qualidade da carne de suínos**. 2013. 73 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2013.
- AMIN, M. *et al.* Níveis de energia líquida e RAC na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 15, n. 2, p. 484-492 abr./jun., 2014.
- ANDRETTA, I. *et al.* Relação da RAC com componentes nutricionais e desempenho em suínos: Um estudo meta-analítico. **Cienc. Rural**, v. 41, n. 1, p. 186-191, 2011.
- APPLE, J. K. *et al.* A. Effects of dietary lysine and energy density on performance and carcass characteristics of finishing pigs fed ractopamine. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3277-3287, 2004.
- ARMSTRONG, T. A. *et al.* The effect of dietary ractopamine concentration and duration of feeding on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 82, n. 11, p. 3245-3253, 2004.
- ARRIGONI, M. B. **Efeito da restrição alimentar sobre o desempenho, área e tipos de fibras musculares em bovinos jovens confinados**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 1995.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS CRIADORES DE SUÍNOS - ABCS. **Mapeamento da suinocultura brasileira**. Brasília, DF, 2016. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355242/0/Mapeamento+da+Suinocultura+Brasil+eira.pdf>. Acesso em: 26 dez. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PROTEÍNA ANIMAL - ABPA. **Relatório Anual 2016**. Disponível em: <https://abpa-br.org/relatorios/>. Acesso em: 26 dez. 2016.

ATHAYDE, N. B. *et al.* **Parâmetros fisiológicos do estresse e lesões de suínos suplementados com RAC em condições de produção comercial**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2012. p. 1-6. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 47).

BEATTIE, V. E. *et al.* The effect of increasing carcass weight of finishing boars and gilts on joint composition and meat quality. **Meat Science**, v. 52, p. 205-211, June 1999. DOI: 10.1016/S0309-1740(98)00169-7

BEE, G. *et al.* Changes in the histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growingfinishing period as affected by feed restriction, slaughter age, or slaughter weight. **J. Anim. Sci., Champaign**, v. 85,n. 4, p. 1030-1045, 2007,

BELLAVER, C. Qualidade da carcaça relacionada a restrição alimentar. *In*: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE NUTRIÇÃO DE SUÍNOS, 1992, Campinas, S.P. **Anais...**, Campinas: CBNA, 1992. p.21-27.

BERTOL, T. M.; LUDKE, J. V.; BELLAVER, C. Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 2, p. 417-424, 2001.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Portaria nº 1179, de 17 de junho de 1996**. Aprova as Denominações Comuns Brasileiras - DCB - para elementos e compostos químicos. Brasília, DF, 1996.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano Nacional de Controle de Resíduos e Contaminantes**. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inspecao/produtos-animal/plano-de-nacional-de-controle-de-residuos-e-contaminantes>. Acesso em: 29 maio 2014.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Bem-estar animal: projetos**. Brasília, DF, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. Quatro novas plantas de suínos são liberadas para exportação. *In*: **Notícias agrícolas**, ago., 2014. Disponível em: <https://www.noticiasagricolas.com.br/noticias/granjeiros/144007-quatro-novas-plantas-de-suinos-sao-liberadas-para-exportacao.html#.YLeFPmhKiM8>. Acesso em: 15 nov. 2018.

BRIDI, A. M. *et al.* Efeito do genótipo halotano, da RAC e do sexo do animal na qualidade da carne suína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 5, p. 2027-2033, 2006.

BRIGANÓ, M. V. *et al.* Desempenho e características de carcaça de suínos submetidos a diferentes programas de restrição alimentar na fase dos 30 aos 118 kg1. **R. Bras. Zootec.**, v. 37, n. 8, p. 1398-1404, 2008.

CANTARELLI, V. S. **RAC em rações para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2008.

CANTARELLI, V. S. *et al.* Características da carcaça e viabilidade econômica do uso de cloridrato de RAC para suínos em terminação com alimentação à vontade ou restrita. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 844-851, 2009.

CARR, S.N. *et al.* The effects of ractopamine hydrochloride on lean carcass yields and pork quality characteristics. **Journal of Animal Science**, v. 83, p. 2886-2893, 2005.

CHAOSAP, C.; PARR, T.; WISEMAN, J. Effect of compensatory growth on performance, carcass composition and plasma IGF-1 in grower finisher pigs. **Animal**, v. 5, p. 749-756, 2011.

CHANG, K. C. *et al.* Relationships of myosin heavy chain fiber types to meat quality traits in traditional and modern pigs. **Meat Science**, v. 64, p. 93-103, 2003.

CISNEROS, F. *et al.* Influence of slaughter weight on growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and gilts from two genotypes. **Journal of Animal Science**, v. 74, n. 5, p. 925-933, 1996.

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION. CX/CAC 11/34/3-Add 2 4. **Standards and related texts held at Step 8 by the Commission** (Draft MRLs for Ractopamine Summary - of Friends of the Chair – Ractopamine. Genebra, Suíça, 2014. Disponível em: http://ftp.fao.org/codex/cac/cac34/cac34_03_Add2e.pdf. Acesso em: 24 maio 2014.

COMBES, S.; LOUVEAU, I.; BONNEAU, M. Moderate food restriction affects skeletal muscle and liver growth hormone receptors differently in pigs. **The Journal of Nutrition**, v. 127, Issue 10, p. 1944-1949, Oct. 1997.

CORASSA, A. **Efeito da RAC e fistase sobre o desempenho e características de carcaça de suínos em terminação.** Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2007.

DAUNCEY, M. J. *et al.* Nutritional regulation of growth hormone receptor gene expression. **The FASEB Journal**, v. 8, p.81-88, 1994.

DAZA, A.; OLIVARES, A.; LÓPEZ-BOTE, C. Effect of a moderate feed restriction on subsequent growth and body composition in pigs raised under high environmental temperatures. **J. Anim. Feed Sci.**, v. 15, p. 417-42, 2006.

D'SOUZA, D. N. *et al.* The pattern of fat and lean muscle tissue deposition differs in the different pork primal cuts of female pigs during the finisher growth phase.

Livestock Production Science, v. 91, p.1-8, dec. 2004. DOI: 10.1016/j.livprodsci.2004.04.005.

DUNSHEA, F. R. *et al.* Interrelationships between sex and ractopamine on protein and lipid deposition in rapid growing pigs. **Journal of Animal Science**. v. 71, n. 11, p. 2919-30, dez. 1993.

ELSASSER, T. H. RUMSEY, T. S.; HAMMOND, A. C. Influence of diet on basal and growth hormone-stimulated plasma concentrations of IGF-I in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 67, p. 128-141, 1989.

FABIAN, J., L. I. *et al.* Degree of amino acid restrictions during the grower phase and compensatory growth in pigs selected for lean growth efficiency. **J. Anim. Sci.**, v. 80, p. 2610-2618, 2002.

FERREIRA, M. S. S. *et al.* Cloridrato de RAC em dietas para suínos em terminação. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 25-32, 2011.

FERREIRA, A. S. *et al.* Ractopamine for Pigs: A Review about Nutritional Requirements. **Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 9, p. 276-285, 2013.

FERNÁNDEZ-DUEÑAS, D. M. *et al.* Carcass, meat quality, and sensory characteristics of heavy weight pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean®). **Journal of Animal Science**, v. 86, p.3544-3550, 2008.

FOX, D. J. *et al.* Protein and energy utilization during compensatory growth in beef cattle. **Journal of Animal Science**, v. 34, p. 310-318, 1972.

FRAGA, A. L.; THOMAZ, M. C.; KRONKA, R. N. Restrição alimentar qualitativa e desempenho de suínos dos 90 aos 125 kg de PV. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA* (CD-ROM), Campo Grande, Mato Grosso do Sul, p 41, 2005.

GIRÃO, L. V. C. *et al.* Desempenho de suínos pesados, machos castrados e fêmeas, durante o 14 e 28 dias de suplementação com ractopamina. *In: PORKEXPLO E FÓRUM INTERNACIONAL DE SUINOCULTURA*, 4., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba, 2008. p. 139-141.

GIROTTI, A. F.; SANTOS FILHO, J. J. **Custo de produção de suínos**. Concórdia: Embrapa/CNPISA, 2000. 36p. (Documentos, 62).

HEYER, A.; LEBRET, B. Compensatory growth response in pigs: Effects on growth performance, composition of weight gain at carcass and muscle levels, and meat quality. **J. Anim. Sci.**, v. 85, p. 769–778, 2007.

HINSON, R. B. *et al.* Impact of dietary energy level and ractopamine on growth performance, carcass characteristics, and meat quality of finishing pigs. **J. Anim. Sci.** ed. 89, p. 3572– 3579, 2011.

HOGG, B. W. Compensatory growth in ruminants. *In*: PERSON, A.M.; DUTSON, T.R. (Ed.) **Growth regulation in farm animals: Advances in meat research**. London: Elsevier Science, 1991. v.7, p. 103-134.

HORNICK, J. L. *et al.* Mechanisms of reduced and compensatory growth. **Domestic Animal Endocrinology**, v. 19, p. 121–132, 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Indicadores IBGE**: estatística da produção pecuária. Rio de Janeiro, 2016. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?id=72380&view=detalhes>. Acesso em: 28 dez. 2016.

ISHIDA, A. *et al.* Mechanism of Compensatory Growth with Changing Levels of Dietary Lysine from Deficient to Sufficient in Pigs. **JARQ.**, v. 49, n. 1, p. 23-28, 2015.

JOO, S.T. *et al.* Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. 108-112, 2002.

KAMALAKAR, R. B. *et al.* Effect of the degree and duration of early dietary amino acid restrictions on subsequent and overall pig performance and physical and sensory characteristics of pork. **J. Anim. Sci.**, v. 87, p. 3596-3606, 2009.

HECK, A. Fatores que influenciam o desenvolvimento dos leitões na recria e terminação. **Acta Scientiae Veterinariae**, v. 37, p. s211-s218, 2009. Supplement 1.

KIEFER, C.; SANCHES, J. F. Metanálise dos níveis de RAC em dietas para suínos em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 6, p. 1037-1044, 2009.

KLOAREG, M. *et al.* Deposition of dietary fatty acids and of de novo synthesised fatty acids in growing pigs: effects of high ambient temperature and feeding restriction. **Br. J.Nutr.**, Cambridge, v. 93, n. 6, p. 803-811, 2005.

KRISTENSEN, L., M. *et al.* Dietary-induced changes of muscle growth rate in pigs: Effects on *in vivo* and postmortem muscle proteolysis and meat quality. **J ANIM SCI.**, v. 80, p. 2862-2871, 2002.

KUTZLER, W. L. *et al.* Comparison of varying doses and durations of ractopamine hydrochloride (Payleams) on late finishing pig carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 89, n. 7, p. 2176-2188, July, 2011.

LATORRE, M. A. *et al.* Effect of gender, terminal sire line and age at slaughter on performance, carcass characteristics and meat quality of heavy pigs. **Animal Science**, v. 77, n. 1, p. 33-45, Aug. 2003. DOI: 10.1017/S1357729800053625.

LATORRE, M. A.; GARCÍA-BELENGUER, E.; ARIÑO, L. The effects of sex and slaughter weight on growth performance and carcass traits of pigs intended for dry-cured ham from Teruel (Spain). **Journal of Animal Science**, v. 86, n. 8, p. 1933-1942, Aug. 2008. DOI: 10.2527/jas.2007-0764.

- LATORRE, M.A. *et al.* The relationship within and between production performance and meat quality characteristics in pigs from three different genetic lines. **Livestock Science**, v. 115, p. 258-267, 2008.
- LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. Compensatory growth. *In*: LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. (Ed.). **Growth of farm animals**. 2. ed. CAB International, 2002. p.229-254.
- LEAL, R. S. *et al.* Qualidade da carne de suínos submetidos a dietas com diferentes níveis de RAC. **Archivos de Zootecnia**, v. 63, n. 243, p. 507-518. 2014.
- LEBRET, B. Effects of feeding and rearing systems on growth, carcass composition and meat quality in pigs. **Animal**, v. 2, p. 1548-1558, 2008.
- LEEB-LUNDBERG, L. M. *et al.* Agonist-promoted desensitization and phosphorylation of alpha 1-adrenergic receptors coupled to inositol phospholipid metabolism in DDT1 MF-2 smooth muscle cells. **J Biol Chem.**, v. 262, n. 7, p. 3098-105, mar. 1987.
- LONERGAN, S. M. *et al.* Selection for lean growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. **J. Anim. Sci.**, v.79, p. 2075- 2085, 2001.
- LOVATTO, P. A. *et al.* Effects of feed restriction and subsequent refeeding on energy utilization in growing pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 84, p. 3329-3336, 2006.
- LUDKE, J. V.; BERTOL, T. M.; SCHEUERMANN, G. N. Manejo da alimentação. *In*: SOBESTIANSKY, J. *et al.* (Eds.). **Suinocultura intensiva: produção, manejo e saúde do rebanho**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1998. p.65-90.
- ŁYCZYŃSKI, A. *et al.* Effect of environmental conditions on pork meat quality – a review. Pol. **J. Food Nutr. Sci.**, v. 15, n.56, p. 109–116, 2006.
- MARÇAL, D. A. *et al.* RAC em dietas sem ajustes aminoacídicos para suínos machos castrados em terminação. **Rev. Ceres, viçosa**, v. 62, n.3, p. 259-264, maio/jun., 2015.
- MARINHO, P. C. *et al.* Efeito da RAC e de métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos castrados em terminação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n.4, p. 1061-1068, 2007.
- MARTI, D. L.; JOHNSON, R.; MATHEWS, K. Where's the not meat? Byproducts from beef and pork production. **Economic Research Service / United States Department of Agriculture**, nov., 2011.
- MARTINEZ-RAMIREZ, H. R.; JEAUROND, E. A.; LANGE, C. F. M. Dynamics of body protein deposition and changes in body composition after sudden changes in amino acid intake: II. entire male pigs. **J. Anim. Sci.**, v. 86, p. 2168-2179, 2008.

MARTINEZ-RAMIREZ, H. R.; JEAUROND, E. A.; LANGE, C. F. M. Nutrition-induced differences in body composition, compensatory growth and endocrine status in growing pigs. **Animal**, v. 3, p. 228, 2009.

MARTINS, D. S.; SOARES, M. A.; STEFFENS, J. Qualidade da carcaça e rendimento de cortes suínos com o uso de ractopamina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 45, n. 8, p. 1503-1508, ago., 2015.

MCMEEKAN, C. P. Growth and development in the pig, with special references to carcass quality characters. III. Effects of plane of nutrition on the form and composition of the bacon pig. **J. Agric. Sci.**, v. 30, p. 511–569, 1940.

MELO, P. P. S. **Características qualitativas da carne de bovinos zebuínos confinados**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia e Medicina Veterinária) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – FAV, Universidade de Brasília, UnB, Brasília, 2014.

MERSMANN, H. J. Beta adrenergic receptor modulation of adipocyte metabolism and growth. **Journal of Animal Science**, v. 80, p. E24–E29, 2002.

MILLS, S. E. *et al.* Stereoselectivity of porcine β -adrenergic receptors for ractopamine stereoisomers. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 122-129, jan. 2003.

MILLS, S. E. SPURLOCK, M. E.; SMITH, D. J. Beta-adrenergic receptor subtypes that mediate ractopamine stimulation of lipolysis. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 81, n. 1, p. 662-668, mar. 2003.

MILLS, S. E. Biological basis of the ractopamine response. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, suppl. 2, p. E28-E32, 2002b.

MILLS, S. E. Implications of feedback regulation of beta-adrenergic signaling. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 80, n. 1, p. 30-35, july, 2002b.

MIMBS, K. J. *et al.* Effects of ractopamine on performance and composition of pigs phenotypically sorted into fat and lean groups. **Journal of Animal Science**, v. 83, n. 6, p.1361-1369, 2005.

MITCHELL, A. D.; SOLOMON, M. B.; STEELE, N. C. Influence of level of dietary protein or energy on effects of ractopamine in finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 11, p. 4487-4495, 1991.

MITCHELL, A. D. Effect of ractopamine on growth and body composition of pigs during compensatory growth. **Animal**, v. 3, p. 173-180, 2009.

MOLLER, A. J.; BERTELSEN, G.; OLSEN, A. Processed pork technological parameters related to type of raw material – review. *In*: PUOLANNE, E. *et al.* (Eds.) **Pork quality: genetic and metabolic factors**. Wallingford: Redwood Books, 1992. p. 225.

MOODY, D. E.; HANCOK, D. L.; ANDERSON, D. B. Phenethanolamine repartitioning agents. *In*: MELLO, J. P. F. D. (Ed.). **Farm animal metabolism and nutrition ed.** New York: CAB, 2000. p.65- 95.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Swine:** Eleventh Revised Edition. Washington, DC: The National Academies Press, 2012.

NICOL, A. M.; KITESSA, S. M. Compensatory growth in cattle. *In*: Proceedings Of The New Zealand Society Of Animal Production. **Conference...** New Zealand: Otago University, v. 55, p.157-160, 1995.

OSBORNE, T. B.; MENDEL, L. B. Acceleration of growth after retardation. **Am. J. Physiol.**, v. 40, p. 16-20, 1916.

OKSBJERG, N.; SORENSEN, M. T.; VESTERGAARD, M. Compensatory growth and its effects on muscularity and technological meat quality in growing pigs. **Acta Agric. Scand. Sect. A-Anim. Sci.**, v. 52, p. 85-90, 2002.

OLIVEIRA, B. F. **Duração da administração de ractopamina em dietas para suínos machos castrados em terminação.** Tese (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2011.

PACHECO, G. D. *et al.* Efeitos da restrição alimentar seguida de ganho compensatório sobre a qualidade da carne de suínos. **Archivos de Zootecnia**, v. 56, n. 216, p. 897, 2007.

PALERMO NETO, J. Agonistas de receptores beta2-adrenérgicos e produção animal. *In*: SPINOSA, H.S.; GORNIK, S.L.; BERNADI, M.M. **Farmacologia aplicada à Medicina Veterinária.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 742 p.

PATIENCE, J. R. *et al.* The effect of ractopamine supplementation at 5 ppm of swine finishing diets on growth performance, carcass composition, and ultimate pork quality. **Canadian Journal of Animal Sciences**, Ottawa, v. 89, n. 1, p. 53-66, mar., 2009.

PEREIRA, J. A. *et al.* Efeitos da restrição alimentar sobre o desempenho de suínos em crescimento-terminação. **Revista Sociedade Brasileira Zootecnia**, v. 16, p. 111-119, 1987.

PIETERSE, E. *et al.* The effect of slaughter weight on the carcass characteristics of pork with sex type as covariable. **Animal Production Science**, v. 56, n. 1, p. 55-60, jan., 2015.

POND, W. G.; MERSMANN, H. J. Differential compensatory growth in swine following control of feed intake by a high-alfalfa diet fed *ad libitum* or by limited feed. **Journal of Animal Science**, v.68, p.352-362, 1990. Disponível em: <http://jas.fass.org/cgi/reprint/68/2/352>. Acesso em: 20 maio 2014.

RAMOS, F.; SILVEIRA, M. I. N. D. Agonistas adrenérgicos β_2 e produção animal: II - Relação estrutura-atividade e farmacocinética. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 96, p.167-175, 2001.

REITER, S. S. *et al.* Lipid metabolism related gene-expression profiling in liver, skeletal muscle and adipose tissue in crossbred Duroc and Pietrain pigs. *Comp. Biochem. Physiol. D Genomics Proteomics*, v. 2, p. 200–206, 2007.

RICKE, E. A. *et al.* Effects of ractopamine HCl stereoisomers on growth, nitrogen retention, and carcass composition in rats. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 77, n. 3, p. 707-707, mar. 1999.

ROSA, A. F. *et al.* Qualidade da carne de suínos de três linhagens genéticas comerciais em diferentes pesos de abate. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 38, n. 5, p.1394-1401, 2008.

ROSSI, C. A. R. *et al.* Alimentação de suínos em terminação com dietas contendo RAC e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça. *Ciência Rural*, v. 40, p. 2343-2349, 2010.

ROSTAGNO, H. S. (ed.). **Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências nutricionais**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2011. 252 p.

RUBENSAM, J. M. Transformações post mortem e qualidade da carne suína. *In: CONFERÊNCIA VIRTUAL SOBRE QUALIDADE DA CARNE SUÍNA*, 2000, Concórdia, SC, 2000.

RYAN, W. J. Compensatory growth in cattle and sheep. *Nutrition abstracts and reviews* (Series B), v. 50, p. 653-664, 1990.

SANCHES, J. F. *et al.* Níveis de RAC para suínos machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. *Ciência Rural*, v. 40, n. 2, p. 403-408, fev., 2010.

SARKAR, N. K.; LODGE, G. A.; FRIEND, D. W. Hyperplasic and hypertrophic growth in organs and tissues of the neonatal pig. *Journal of Animal Science*, v. 45, p. 722-728, 1977.

SCHINCKEL, A. P.; RICHERT, B. T.; HERR, C. T. Variation in the response of multiple genetic populations of pigs to ractopamine. *Journal of Animal Science*, v. 80, suppl. 2, p. 85-89, 2002.

SCHINCKEL, A. P. *et al.* Development of a model to describe the compositional growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, v. 81, p. 1106-1119, 2003.

SILVA, E. A. *et al.* Duração da suplementação de RAC em dietas para leitoas em terminação mantidas sob alta temperatura ambiente. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 41, n. 2, p. 337-342, fev., 2011.

SILVA, M. Z. T. **Influência da rotulagem na rotulagem nutricional sobre o consumidor**. Dissertação (Mestrado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

SILVA, R. A. M. *et al.* Association of ractopamine and antioxidants vitamins for finishing pigs. *Ciência Rural*, v. 45, n. 2, p. 311-316, 2015.

SKIBA, G. *et al.* The performance and body composition of growing pigs during protein or energy deficiency and subsequent realimentation. **J. Anim. Feed. Sci.**, v. 10, p. 633-647, 2001.

SKIBA, G. *et al.* The compensatory response of pigs previously fed a diet with an increased fibre content. 2. Chemical body components and composition of daily gain. **J. Anim. Feed Sci.**, v. 15, p. 403–415, 2006.

SKIBA, G. Effects of energy or protein restriction followed by realimentation on the composition of gain and meat quality characteristics of musculus longissimus dorsi in pigs. **Arch. Anim. Nutr.**, v. 64, p. 36-46, 2010.

SMITH, D. J. The pharmacokinetics, metabolism and tissue residues of beta-adrenergic agonists in livestock. **Journal of Animal Science**, v. 76, p. 173-194, 1998.

SMITH, W.C. *et al.* Effects of ractopamine on the growth and carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. **New Zealand Journal of Agricultural Research**, v. 38, p. 373-380, 1995.

SPURLOCK, M. E.; CUSUMANO, J. C.; MILLS, S. E. The affinity of ractopamine, clenbuterol, and L-644-969 for the beta-adrenergic receptor population in porcine adipose tissue and skeletal muscle membrane. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 71, n. 8, p. 2061-2065, aug. 1993.

SPURLOCK, M. E. *et al.* The effect of ractopamine on beta-adrenoceptor density and affinity in porcine adipose and skeletal muscle tissue. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 72, n. 1, p. 75-80, jan. 1994.

STITES, C. R. *et al.* The effect of ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 8, p. 3094-3101, 1991.

STOLLER, G. M. *et al.* The effect of feeding RAC (Paylean) on muscle quality and sensory characteristics in three diverse genetic lines of swine. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 6, p. 1508-1516, 2003.

TAVÁREZ, M. A. *et al.* Fresh meat quality and further processing characteristics of shoulders from finishing pigs fed ractopamine hydrochloride (Paylean). **J ANIM SC.** set., 2012.

THERKILDSEN, M. Muscle protein degradation in bull calves with compensatory growth. **Livestock Production Science**, v. 98, p. 205-218, 2005.

THERKILDSEN, M. *et al.* Compensatory growth in slaughter pigs – in vitro muscle protein turnover at slaughter, circulating IGF-I, performance and carcass quality. **Livestock Production Science**, v. 88, p. 63-75, 2004.

UTTARO, B. E. *et al.* Effect of ractopamine and sex on growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. **J. Anim Sci.**, v. 71, n. 9, p. 2439-2449, 1993.

VIEIRA, C. L. **Inovação genética na suinocultura brasileira.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Economia) - Setor de Ciências Sociais Aplicadas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

WARPECHOWSKI, M. B. *et al.* Efeito da restrição alimentar quantitativa sobre o desempenho e as características da carcaça de suínos em terminação. **Archives Veterinary Science**, v.4, n.1, p.73-75, 1999.

WATANABE, P. H. *et al.* Qualidade da carne de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de RAC na dieta. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 64, n. 5, p. 1381-1388, 2012.

WATKINS, L. E. *et al.* The effect of various levels of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. **Journal of Animal Science**, v. 68, n. 11, p. 3588-3595, 1990.

WEBER, T. E. *et al.* Evaluation of the effects of dietary fat, conjugated linoleic acid, and ractopamine on growth performance, pork quality, and fatty acid profiles genetically lean gilts. **Journal of Animal Science**, v. 84, n. 3, p. 720-732, 2006.

WILLIAMS, N. H. *et al.* The impact of ractopamine, energy intake and dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. **Journal of Animal Science**, v. 72, p. 3152-3162, 1994.

WILSON, P. N.; OSBOURN, D. F. Compensatory growth after undernutrition in mammals and birds. **Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society**, v. 37, p. 342-363, 1960.

WINICK, M.; NOBLE, A. Quantitative changes in DNA, RNA, and protein during prenatal and postnatal growth in the rat. **Dev.Biol.** v. 12, p. 451-466, 1965.

WHANG, K. Y. *et al.* Effect of starter feeding program on growth performance and gains of body components from weaning to market weight in swine. **J. Anim. Sci.**, v. 78, p. 2885-2895, 2000.

WHANG, K. S. *et al.* Effects of protein deprivation on subsequent growth performance, gain of body components, and protein requirements in growing pigs. **Journal of Animal Science.**, v. 81, p. 705-716, 2003.

WOLTER, B. F. *et al.* Impact of early postweaning growth rate as affected by diet complexity and space allocation on subsequent growth performance of pigs in a wean-to-finish production system. **J. Anim. Sci.**, v. 81, p. 353-359, 2003.

WOOD, J. D.; WISEMAN, J.; COLE, D. J. A. Control and manipulation of meat quality. *In*: COLE, D. J. A.; WISEMAN, J.; VARLEY, M. A. (Eds.) **Principles of pig science.** London: Nottingham University Press, 1994. p.446-448.

YANG, Y. X. *et al.* Lysine restriction and realimentation affected growth, blood profiles and expression of genes related to protein and fat metabolism in weaned pigs. **J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.**, v. 93, p. 732-743, 2008.

YU, M. E.; ROBINSON, F. E. The application of short-term feed restriction to broiler chicken production: a review. **J. Appl. Poult. Res.**, v. 1, n. 147, 1992.

ZAGURY, F. T. R. *et al.* Effects of ractopamine (Paylean®) on lean meat accretion and pork quality. *In*: INTERNATIONAL PIG VETERINARY SOCIETY CONGRESS, 17., 2002, Iowa. **Proceedings...** Iowa: IPVS, 2002. v. 2, p. 446.

ZIMMERMAN, D. R.; KHAJARERN, S. Starter protein nutrition and compensatory responses in swine. **J. Anim. Sci.**, v. 36, p. 189-194, 1973.

4 OBJETIVOS

4.1 GERAL

Avaliar os efeitos do ganho compensatório e uso de ractopamina em suínos em terminação sobre o desempenho zootécnico, características quantitativas da carcaça, qualidade da carne e a viabilidade econômica do manejo.

4.2 ESPECÍFICOS

- a) Avaliar os efeitos do ganho de peso compensatório associado ao tratamento com ractopamina sobre parâmetros de qualidade da carne: pH inicial e final, cor, marmoreio, perda de água por gotejamento, descongelamento e cocção, composição bromatológica, características de maciez, índice de fragmentação miofibrilar e diâmetro das fibras musculares;
- b) Verificar o efeito do ganho de peso compensatório associado ao tratamento com restrição quantitativa de 20% e 10 ppm de ractopamina sobre consumo de ração, ganho de peso e conversão alimentar;
- c) Avaliar os efeitos do ganho de peso compensatório associado ao tratamento com restrição quantitativa de 20% e 10 ppm de ractopamina sobre as características quantitativas da carcaça e da uréia plasmática;
- d) Avaliar o efeito do ganho de peso compensatório associado ao tratamento com restrição quantitativa de 20% e 10 ppm ractopamina sobre a viabilidade econômica do manejo empregado na produção.

5 HIPÓTESE

Os parâmetros de desempenho zootécnico, da quantidade de carcaça, qualidade de carne e a viabilidade econômica do manejo empregado na produção de suínos em terminação, serão afetados pelo uso de 10pp de ractopamina associada à 20% de restrição alimentar, durante o ganho compensatório.

1 **6 ARTIGO A - EFEITO DO GANHO COMPENSATÓRIO SOBRE O DESEMPENHO DE**
2 **SUÍNOS EM TERMINAÇÃO TRATADOS COM RACTOPAMINA**

3
4 **EFEITO DO GANHO COMPENSATÓRIO SOBRE O DESEMPENHO DE SUÍNOS EM**
5 **TERMINAÇÃO TRATADOS COM RACTOPAMINA**

6
7 *EFFECTS OF COMPENSATORY WEIGHT GAIN ON THE PERFORMANCE FOR SWINE TREATED*
8 *WITH RACTOPAMINE ON THE FINISHING STAGE*

9
10 De acordo com as normas da Revista Semina Ciências Agrárias

11
12 **RESUMO**

13
14 Objetivou-se avaliar os efeitos do ganho compensatório associado com o uso de 10 ppm de ractopamina
15 (RAC), após um manejo alimentar de restrição quantitativa, em suínos em terminação sobre parâmetros de
16 desempenho, carcaça e viabilidade econômica. Foram utilizados 40 animais (20 machos castrados e 20
17 fêmeas), com 110 dias de idade média e $66,137 \pm 6,13$ kg de peso vivo, divididos em dois períodos
18 experimentais (0 a 21 dias; e 21 a 42 dias). Os tratamentos no primeiro período corresponderam a um
19 arraçamento sem restrição alimentar e um com restrição de 20% em relação ao consumo voluntário de
20 ração do grupo sem restrição. No segundo período os grupos com e sem restrição foram submetidos a rações
21 sem ou com 10 ppm de RAC, definindo os seguintes tratamentos: T1 – sem restrição alimentar no primeiro
22 período e sem RAC no segundo; T2 – sem restrição alimentar no primeiro período e com RAC no segundo;
23 T3 – com restrição alimentar no primeiro período e sem RAC no segundo; T4 – com restrição alimentar no
24 primeiro período e com RAC no segundo. O delineamento no primeiro período foi em blocos ao acaso, de
25 acordo com o peso inicial (com 20 repetições/ tratamento); e no segundo período, fatorial 2 x 2 (10
26 repetições/tratamento), sendo cada animal a unidade experimental. Não houve efeito de interação entre os
27 fatores. Na primeira fase a restrição alimentar resultou em menor ganho de peso ($P < 0,05$), mas não
28 comprometeu a conversão alimentar. Na segunda fase do experimento houve ganho compensatório para os
29 animais que foram submetidos previamente à alimentação com restrição, com efeitos no desempenho e
30 extensivos aos parâmetros de carcaça. Para os grupos que receberam ou não RAC, os animais que foram
31 tratados com beta adrenérgico apresentaram melhor ganho de peso (1,118 vs 1,259 kg) e conversão alimentar
32 (2,910 vs 2,577) e melhores resultados para o peso da carcaça quente e fria, profundidade do *L. thoracis* e
33 espessura de toucinho. O uso da RAC para animais que passaram pela restrição alimentar e tiveram ganho
34 compensatório resultou no tratamento de melhor viabilidade econômica.

35
36 **Palavras-chave:** Beta-adrenérgico. Ganho de peso. Gordura. Manejo alimentar.

37

38

1 **ABSTRACT**

2

3 This study aimed to evaluate the effects of compensatory gain associated with the use of 10 ppm of
4 ractopamine (RAC), after a quantitatively restricted feed management, in finishing swines on performance,
5 carcass and economic viability parameters. Forty animals were used (20 castrated males and 20 females),
6 with a mean age of 110 days and 66.137 ± 6.13 kg of live weight, divided into two experimental periods (0
7 to 21 days; and 21 to 42 days). The treatments in the first period corresponded to a ration without food
8 restriction and a restriction of 20% in relation to the voluntary consumption of ration of the group without
9 restriction. In the second period, the groups with and without restriction were submitted to rations without or
10 with 10 ppm of RAC, defining the following treatments: T1 – without food restriction in the first period and
11 without RAC in the second; T2 – no food restriction in the first period and with RAC in the second; T3 –
12 with food restriction in the first period and without RAC in the second; T4 – with food restriction in the first
13 period and with RAC in the second. The design in the first period was in randomized blocks, according to the
14 initial weight (with 20 repetitions/treatment); and in the second period, factorial 2 x 2 (10
15 repetitions/treatment), with each animal being the experimental unit. There was no interaction effect between
16 the factors. For the groups receiving or not receiving RAC, the animals that were treated with beta adrenergic
17 showed better weight gain (1.118 vs 1.259 kg) and feed conversion (2.910 vs 2.577) and better results for hot
18 and cold carcass weight, L. thoracis depth, and backfat thickness. The use of RAC for animals that
19 underwent food restriction and had a compensatory gain resulted in the treatment of better economic
20 viability.

21

22 **Keywords:** Beta-adrenergic. Weight gain. Fat. food management.

23

24 **Introdução**

25

26 Nas fases de crescimento e terminação de suínos, os gastos com a alimentação são expressivos
27 às tentativas de adoção de procedimentos nutricionais e de manejo são realizados regular com as condições
28 permitidas e exequíveis nas granjas e nas empresas, desde que minimizem estes custos. Destacam-se, entre
29 outros, a restrição alimentar, o ganho compensatório e o uso de ractopamina. Os manejos alimentares que
30 buscam o ganho compensatório em suínos mostram-se comumente efetivos e melhora os índices econômicos
31 (Hansen, Therkildsen & Byrne, 2006; Purslow, Archile-Contreras & Cha, 2012).

32

33 Também a ractopamina tem marcantes resultados comprovados no desempenho, nas
34 características de carcaça e na economia do sistema, sendo amplamente utilizada. A amplitude de sua
35 resposta está em função da dose empregada (Sthaly, 1990), do suporte de substrato (Webster, Goodband,
36 Tokach & Unruh, 2002; Schinckel, Richert & Herr, 2003) e dos aportes nutricionais, sendo principalmente a
37 proteína bruta e os aminoácidos (Willians, Cline, Schinckel & Jones, 1994). Marinho et al. (2007) tratam que
uma suplementação extra destes nutrientes melhora a eficiência da droga na deposição de tecido magro e na

1 lipólise. Todavia, não há uma definição do melhor nível destes nutrientes, embora haja uma conduta
2 generalizada prática de uso de níveis superiores destes nas rações finais da fase de engorda.

3 No entanto, as informações sobre a associação destes recursos com relação ao ganho ainda são
4 escassos. Smith, Purchas, Van Enkevort & Pearson (1995) trabalharam com níveis de suplementação de
5 ractopamina (0, 5, 12,5 e 20 ppm) e dois programas alimentares (à vontade e restrição alimentar de 13 %) e
6 observaram que somente houve melhora linear no ganho de peso e na conversão alimentar em função dos
7 níveis de ractopamina utilizados.

8 Mitchell, Solomon e Steele (1991), ao avaliarem os efeitos do uso de ractopamina com 30 ppm e
9 com dois programas alimentares (à vontade restrição de 18%) sobre o crescimento de suínos com 60 a 105
10 Kg de peso vivo durante o crescimento compensatório, postularam que os suínos responderam positivamente
11 ao tratamento com a ractopamina, resultando num aumento adicional na taxa de crescimento, decorrente do
12 incremento da deposição de tecido magro e redução da deposição de gordura.

13 Reconhecidos os efeitos do consumo compensatório após períodos de restrição alimentar e dos
14 efeitos da ractopamina, objetivou-se neste trabalho, avaliar os índices de desempenho e carcaça pelo uso
15 simultâneo destes recursos sendo hipotetizado que sob um consumo superior de ração, decorrente do
16 consumo compensatório, a ractopamina presente na ração encontraria um nível maior de substratos para
17 incrementar sua ação.

18 **Material e Métodos**

19
20
21 O presente experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da
22 Universidade Estadual de Londrina (CEUA/UEL), Paraná, Brazil sob o número do processo 24998.2014.16.
23 Foram utilizados 40 animais da linhagem Agoceres PIC (20 machos castrados e 20 fêmeas), com 110 dias de
24 idade média e $66,137 \pm 6,13$ kg de peso vivo, submetidos a dois períodos experimentais (entre 0 e 21 dias; e
25 entre 21 e 42 dias). Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso, de acordo com o peso inicial, sendo
26 que no primeiro período experimental os animais foram submetidos a dois tratamentos, e no segundo período
27 experimental, sob um desenho fatorial 2 x 2 a quatro tratamentos. No primeiro período foram definidas 20
28 repetições por tratamento e no segundo período 10 repetições. Em ambos os períodos cada animal foi
29 considerado uma unidade experimental.

30 Os tratamentos no primeiro período corresponderam a um arraçoamento sem restrição alimentar
31 e um com restrição de 20% em relação ao consumo voluntário de ração do grupo sem restrição. No segundo
32 período os grupos com e sem restrição foram submetidos a rações com 0 e 10 ppm de ractopamina, definindo
33 os seguintes tratamentos: T1 – sem restrição alimentar no primeiro período e sem ractopamina no segundo
34 período; T2 – sem restrição alimentar no primeiro período e com ractopamina no segundo período; T3 – com
35 restrição alimentar no primeiro período e sem ractopamina no segundo período; T4 – com restrição alimentar
36 no primeiro período e com ractopamina no segundo período.

37 No primeiro período o arraçoamento à vontade para o tratamento sem restrição teve o consumo
38 calculado diariamente, sendo este utilizado como parâmetro para se estabelecer a restrição de 20% do

1 consumo dos animais que receberam a restrição alimentar. Quanto à dieta hídrica, os animais receberam água
2 à vontade durante todo o período experimental (0 a 42 dias).

3 As dietas experimentais foram isonutrientes, formuladas à base de milho e farelo de soja,
4 suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos, de forma a atender as exigências nutricionais
5 previstas pela linhagem Agoceres PIC, correspondendo ao mínimo as recomendações nutricionais
6 estabelecidas para suínos em fase de terminação, de acordo Rostagno (2011), exceto para o nível de lisina
7 dos tratamentos que receberam ractopamina, cujos níveis foram estabelecidos em função da maior taxa de
8 deposição protéica. Os ingredientes, a composição percentual e os valores calculados das rações
9 experimentais encontram-se na Tabela 1.

10 Para a avaliação do ganho compensatório sobre as variáveis de desempenho, os animais foram
11 pesados ao início do período experimental, 21 dias após (na troca das rações) e ao final (42 dias de
12 experimento), totalizando três pesagens, para avaliar o Consumo Diário de Ração (CDR), o Ganho Diário de
13 Peso (GDP) e a Conversão Alimentar (CA) nos períodos e em todo período experimental.

14 Quanto a avaliação dos níveis de uréia plasmática, foi coletado sangue sete dias antes do abate,
15 no período da tarde, em frascos *Vacunteiner* sem anticoagulante, sendo o soro submetido ao analisador
16 automático Airone 200, e o teor de uréia quantificado através do método cinético ultra-violeta e kit Gold
17 Analisa.

18 Ao atingirem peso médio final de $115,33 \pm 7,17$ kg, os animais foram abatidos em um
19 frigorífico comercial localizado a 30 km da unidade experimental. Os animais foram submetidos a jejum
20 sólido por 12 horas antes do transporte, sendo mantidos sob dieta hídrica até o abate. O tempo de transporte
21 foi de aproximadamente uma hora e os animais permaneceram nas baias de descanso no frigorífico por 12
22 horas.

23 O abate foi realizado de acordo com a legislação vigente, seguindo as normas de Abate
24 Humanitário (Brasil, 2000), sendo os animais insensibilizados por corrente elétrica, utilizando-se
25 equipamento da marca Petrovina Ò IS 2000 com dois eletrodos, aplicando-se choque elétrico (350 volts e 1,3
26 ampères) por aproximadamente 3 segundos, com posterior sangria dos grandes vasos do pescoço. Após o
27 abate, escaldagem e evisceração, as carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente e resfriadas à
28 temperatura de $2 \pm 1^\circ$ C, por 24 horas, na câmara de resfriamento.

29 Após esse período, as carcaças foram avaliadas individualmente de acordo com as orientações
30 da Associação Brasileira de Criadores de Suínos (ABCS) (1973). O pH da carne foi medido no músculo
31 *Longissimus thoracis* na altura da última costela, com auxílio do potenciômetro Sentron 1001, 45 minutos
32 após o abate (pH inicial) e 24 horas após resfriamento (pH final) a $2 \pm 1^\circ$ C (Tabela 1).

33 Para avaliar os efeitos dos tratamentos sobre as características de carcaças, estas foram avaliadas
34 individualmente de acordo com as orientações de Bridi e Silva (2007), onde foram obtidos os dados de
35 Comprimento de Carcaça (CC), Espessura de Toucinho (ET), Profundidade do Músculo *Longissimus*
36 *thoracis* (PM), Área de Olho de Lombo (AOL), Peso da Carcaça Quente (PCQ), Peso da Carcaça Fria (PCF)
37 e Rendimento de Carcaça (RC). A espessura de toucinho e a profundidade do músculo *Longissimus thoracis*
38 foram medidas na altura da última costela a 6 cm da linha média do corte.

1 A partir dos valores dessas medidas, estimou-se o rendimento e a quantidade de carne na
2 carcaça (RCC e QCC), de acordo com a metodologia estabelecida por Guidoni (2000), onde: $RCC (\%) = 60$
3 $(ET \times 0,58) + (\text{profundidade do músculo} \times 0,10)$ e $QCC (\%) = (\text{peso de carcaça resfriada} \times \text{rendimento de}$
4 $\text{carne})$.

5 Após a obtenção das variáveis de carcaça, realizou-se a avaliação econômica dos tratamentos,
6 segundo Bellaver, Fialho e Protas (1985). O Índice de Eficiência Econômica (IEE) e o Índice de Custo
7 Médio (ICM) dos tratamentos foram desenvolvidos segundo Barbosa, Fialho e Ferreira (1992), aplicando as
8 seguintes fórmulas: $IEE = MC / CT \times 100$; $ICM = CT / MC \times 100$, em que: MC= Menor Custo Médio
9 observado em ração por quilograma de peso vivo ganho entre os tratamentos; CT= Custo Médio do
10 Tratamento considerado.

11 Os valores, preço por kg, dos ingredientes utilizados na elaboração dos custos das rações foram
12 obtido na região de Londrina, no mês de março de 2016, sendo milho grão R\$ 0,70; farelo de soja, R\$1,68;
13 óleo de soja, R\$ 3,16; fosfato bicálcico, R\$ 1,40; calcário, R\$0,17; sal, R\$ 0,38; L-lisina, R\$ 6,12; DL-
14 Metionina, R\$20,32; L-Treonina, R\$9,64; Premix Vitamínico, R\$ 8,65; Premix Mineral, R\$5,54; RAC 2%,
15 R\$ 70,00.

16 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa Minitab 17.

18 **Resultados e Discussão**

19
20 Os resultados de desempenho zootécnico juntamente com o valor de ureia plasmática aos 35
21 dias de avaliação estão demonstrados na Tabela 2 e 3.

22 Na primeira fase (0-21dias) constatou-se que os animais submetidos à restrição alimentar
23 apresentaram um menor consumo diário de ração e menor ganho de peso diário com conseqüente prejuízo ao
24 peso final na fase ($P < 0,05$). Para a conversão alimentar não foi observada diferença entre os grupos. O menor
25 ganho de peso observado no grupo que recebeu ração sob restrição foi proporcional ($P < 0,05$) ao nível de
26 restrição imposto.

27 Embora alguns autores tenham observado que a restrição alimentar para ganho compensatório
28 nas respectivas pesquisas, estão associadas à melhoria da eficiência alimentar (Warpechowski, Fedalto,
29 Guareschi Neto & Bedin, 1999; Bertol, Ludke & Bellaver, 2001), principalmente, na fase de terminação,
30 esses resultados não foram observados na primeira fase deste experimento. Isto indica que na fase 1 os
31 tratamentos não foram proporcionais ao grupo sem restrição e com restrição os resultados foram em menor
32 proporção (Tabela 2), e por conseqüência a conversão alimentar, que é uma razão entre o consumo de ração e
33 o ganho de peso, se mostrou semelhante entre os tratamentos.

34 Na segunda fase (21-42 dias) e no período total do experimento (0-42 dias) não houve efeito de
35 interação entre os fatores restrição alimentar e ractopamina sobre as características de Peso Inicial (PI),
36 Consumo Diário de Ração (CDR), Ganho Diário de Peso (GDP), Conversão Alimentar (CA) e Peso Final
37 (PF). Smith et al. (1995) trabalharam com níveis de suplementação de ractopamina (0; 5; 12,5 e 20 ppm) e

1 dois programas alimentares (à vontade e restrição alimentar de 13 %) e observaram que somente houve
2 melhora linear no ganho de peso e na conversão alimentar em função dos níveis de ractopamina utilizados.

3 Todavia os resultados contrariaram a hipótese de uma possível sinergia entre a fase de
4 alimentação *ad libitum* após o período de restrição associada ao uso da ractopamina. Segundo Hansen et al.
5 (2006), Marinho et al. (2007) e Purslow et al. (2012), após um período de restrição alimentar ocorreu um
6 aumento pronunciado no consumo de ração ou de nutrientes quando se pratica a alimentação *ad libitum*.
7 Considerando que a ractopamina é dependente do substrato, um maior valor de substrato dietético poderia
8 levar a um incremento dos índices de desempenho favorecidos pela ação do beta adrenérgico.

9 Quanto aos efeitos dos tratamentos isoladamente, somente os animais que receberam
10 alimentação *ad libitum* após a restrição alimentar apresentaram melhor ganho peso diário e melhor conversão
11 alimentar ($P < 0,05$), convalidando o procedimento, como foi observado nos trabalhos conduzidos por
12 Pacheco et al. (2007).

13 Para o grupo submetido ao uso da ractopamina, foi observada vantagens para os animais que
14 receberam beta adrenérgico, confirmando os resultados comumente observados em outros experimentos
15 (Sanchez et al., 2010; Agostini et al., 2011).

16 Considerando todo o período experimental (0 a 42 dias), houve efeito significativo do ganho
17 compensatório sobre o consumo diário de ração, com resposta favorável para grupo que recebeu inicialmente
18 a restrição alimentar, identificando-se com os resultados obtidos por Heyer e Lebret (2007) e Martinez-
19 Ramirez, Jeaurond e Lange (2008), que observaram crescimento compensatório em suínos em crescimento
20 após um período de restrição de ingestão de nutrientes. Já para os animais que receberam ractopamina, foram
21 mantidas vantagens significativas para a ganho diário de peso e para a conversão alimentar, o que aponta a
22 ação consistente da beta adrenérgica, mesmo sendo avaliada seu efeito sob um período maior.

23 Para o valor de ureia plasmática (Tabela 2), não foram verificadas diferenças ($p > 0,05$) entre os
24 grupos submetidos à restrição ou submetidos à ractopamina. Os resultados mostraram que houve uma grande
25 variação nas respostas (alto coeficiente de variação) e contrariam cujo parâmetro indicou o *status* da retenção
26 de nitrogênio no organismo e deposição de carne magra (Ricks, Dalrymple, Baker & Ingle, 1984).

27 Para as características de carcaça (Tabela 3) não houve nenhum efeito de interação entre a
28 restrição alimentar e ganho compensatório. No entanto, para o manejo de restrição observou-se que a
29 ausência de diferença entre as variáveis ($P > 0,05$) indicou que o ganho compensatório não comprometeu estas
30 características levando ao completo restabelecimento.

31 Os resultados se identificam com Pacheco et al. (2007) e Briganó et al. (2008), que avaliaram a
32 utilização de 20% de restrição alimentar, durante 21 dias, com posterior alimentação à vontade até o abate,
33 em grupos de animais que iniciaram a restrição aos 30, 50 e 70 kg de peso vivo, respectivamente, e
34 observaram que todos os animais submetidos à restrição apresentaram ganho de peso compensatório,
35 atingindo semelhantes valores nos parâmetros de carcaça.

36 Considerando os tratamentos com e sem ractopamina, podem ser observados os efeitos positivos
37 ($P < 0,05$) para os animais tratados com ractopamina sobre as variáveis peso da carcaça quente e resfriada,
38 área de olho de lombo e profundidade do músculo *Longissimus thoracis*. Em geral os resultados convalidam

os melhores efeitos obtidos no desempenho demonstrando o papel da ractopamina como um melhorador das características de carcaça (Carr et al., 2005; Agostini et al., 2011; Campos, Scottá & Oliveira, 2013).

Na Tabela 4 pode ser verificado o efeito dos custos dos tratamentos através dos Índices de Eficiência Econômica e de Custo Médio. A condição que envolveu o uso de ractopamina apresentou o melhor resultado, o que vem de encontro aos vários resultados de campo e na pesquisa, e o grupo que recebeu a restrição e posteriormente obteve arraçoamento à vontade foi o segundo nesta relação de êxito econômico.

Conclusão

Durante a fase de ganho compensatório de suínos, após um período de restrição alimentar quantitativa, o uso de 10 ppm ractopamina não exerceu efeito sinérgico. Os efeitos do ganho compensatório e da ractopamina nas características de desempenho e carcaça de suínos foram efetivos e ocorreram de forma independente. Do ponto de vista econômico, associar na fase de ganho compensatório o uso da ractopamina pode ser uma alternativa interessante.

Referências

- Associação Brasileira de Criadores De Suínos (ABCS). (1973). *Método brasileiro de classificação de carcaças*. Estrela: ABCS. (Publicação Técnica, 2).
- Agostini, PS, Silva, CA, Bridi, AM, Abrami, RAM, Pacheco, GD, Lozano, AP, et al. (2011). Efeito da RAC na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, 60 (231), 659-670.
- Barbosa, HP, Fialho, ET e Ferreira, AS. (1992). Triguilho para suínos nas fases inicial de crescimento, crescimento e terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 21 (5), 827-837.
- Bellaver, C, Fialho, ET e Protas, JFS. (1985). Radícula de malte na alimentação de suínos em crescimento e terminação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 20 (8), 969-974.
- Bertol, TM, Ludke, JV e Bellaver, C. (2001). Efeito do peso do suíno em terminação ao início da restrição alimentar sobre o desempenho e a qualidade da carcaça. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 30 (2), 417-424.
- Brasil. (2000). Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Instrução Normativa nº 3, de 17 de Janeiro de 2000*. Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue. Brasília (DF).
- Bridi, AM e Silva, ECA. (2007). *Métodos de avaliação de carcaça e da carne suína*. Londrina: MI DIOGRAF.
- Briganó, MV, Pacheco, GD, Bridi, AM, Oba, A, Fonseca, NAN e Silva, CA. (2008). Desempenho e características de carcaça de suínos submetidos a diferentes programas de restrição alimentar na fase dos 30 aos 118 kg1. *R. Bras. Zootec.*, 37, (8), 1398-1404.
- Campos, PF, Scottá, BA, Oliveira, BL. (213). Influência da RAC na qualidade da carne de suínos. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, 3, 164-172.

- 1 Carr, SN, Ivers, DJ, Anderson, DB, Jones, DJ, Mowrey, DH, England, MB, et al. (2005). The effects of
2 ractopamine hydrochloride on lean carcass yields and pork quality characteristics. *Journal of Animal*
3 *Science*, 83, 12, 2886-2893.
- 4
- 5 Guidoni, AL. (2000). Melhoria de processos para tipificação e valorização de carcaças suínas
6 no Brasil. Anais da Conferência Internacional Virtual Sobre a Qualidade de Carne Suína. (p. 221-
7 234). Concórdia: EMBRAPA-CNPASA.
- 8
- 9 Hansen, S, Therkildsen, M e Byrne, DV. (2006). Effects of a compensatory growth strategy on sensory and
10 physical properties of meat from young bulls. *Meat Science*, 74, 628-643.
- 11
- 12 Heyer, A e Lebret, L. (2007). Compensatory growth response in pigs: Effects on growth performance,
13 composition of weight gains at carcass and muscle levels, and meat quality. *Journal of Animal Science*, 85,
14 769-778.
- 15 Marinho, PC, Fontes, DO, Silva, FCO, Silva, MA, Pereira, FA e Arouca CLC. (2007). Efeito da RAC e de
16 métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos
17 castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (4), 1061-1068.
- 18
- 19 Martinez-Ramirez, HR, Jeaurond, EA e Lange, CFM. (2008). Dynamics of body protein deposition and
20 changes in body composition after sudden changes in amino acid intake: II. entire male pigs. *J. Anim. Sci.*,
21 86, 2168-2179.
- 22
- 23 Mitchell, AD, Solomon, M.B e Steele, NC. (1991). Influence of level of dietary protein or energy on effects
24 of ractopamine in finishing swine. *Journal of Animal Science*, 69 (11), 4487-4495.
- 25
- 26 Pacheco, GD, Briganó, MV, Oba, A, Pinheiro, JW, Fonseca, NAN, Bridi, AM, et al. (2007). Efeitos da
27 restrição alimentar seguida de ganho compensatório sobre a qualidade da carne de suíno. *Archivos de*
28 *Zootecnia*, 56 (216), 895-906.
- 29
- 30 Purslow, PP, Archile-Contreras, AC e Cha, MC. (2012). Manipulating meat tenderness by increasing the
31 turnover of intramuscular connective tissue. *Journal of Animal Science*, 90, 950-959.
- 32
- 33 Ricks, CA, Dalrymple, RH, Baker, PK e Ingle DL. (1984). Use of a β -agonist to alter fat and muscle
34 deposition in steers. *Journal of Animal Science*, 59, 1247-1255.
- 35
- 36 Rostagno, HS. (2011). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências*
37 *nutricionais*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV.
- 38
- 39 Sanches, JF, Kiefer, C, Moura, MS, Silva, CM, Luz, MF, Carrijo, AS. (2010). Níveis de RAC para suínos
40 machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. *Ciência Rural*, 40 (2), 403-408.
- 41
- 42 Schinckel, AP, Richert, BT e Herr, CT. (2003). Development of a model to describe the compositional
43 growth and dietary lysine requirements of pigs fed ractopamine. *Journal of Animal Science*, 81, 1106-1119.
- 44
- 45 Smith, WC, Purchas, RW, Van Enkevort, A e Pearson, G. (1995). Effects of ractopamine on the growth and
46 carcass quality of entire male and female pigs fed ad libitum or at a restricted level. *Journal of Agricultural*
47 *Research*, 38 (3), 373-380.
- 48
- 49 Sthaly, TS. (1990). Impact of somatotropin and Beta-Adrenergic agonists on growth, carcass composition
50 and nutrient requirements of pigs. *Recent Advances in Animal Nutrition*, 103-112.
- 51
- 52 Warpechowski, MB, Fedalto, LM, Guareschi Neto, AR e Bedin, SR. (1999). Efeito da restrição alimentar
53 quantitativa sobre o desempenho e as características da carcaça de suínos em terminação. *Archives*
54 *Veterinary Science*, 4 (1), 73-75.
- 55

1 Webster, MJ, Goodband RG, Tokach, MD e Unruh JA. (2002). Interactive effects between Paylean_
2 (Ractopamine HCl) and dietary lysine on finishing pig growth performance, carcass characteristics and tissue
3 accretion. *Journal of Animal Science*, 80 (Suppl. 1), 187.

4
5 Williams, NH, Cline, TR, Schinckel, AP, e Jones, DJ. (1994). The impact of ractopamine, energy intake, and
6 dietary fat on finisher pig growth performance and carcass merit. *Journal of Animal Science*, 72 (Issue 12),
7 3152–3162.

8

1 **Tabela 1.** Composição centesimal e calculada das dietas experimentais de suínos submetidos ao ganho
 2 compensatório tratados ou não com ractopamina durante 42 dias experimentais.

Ingredientes	Terminação I	Terminação II sem Ractopamina	Terminação II com Ractopamina
Milho grão (7,8%PB)	75,840	64,410	64,410
Farelo de soja (45,5PB)	20,255	30,523	30,523
Óleo de soja	1,00	2,217	2,217
L-lisina (HCl 79%)	0,184	0,076	0,076
Dl-metionina (99%)	0,070	0,010	0,010
L-treonina (98%)	0,016	--	--
Calcáreo (37%)	0,846	0,776	0,776
Fosfato bicálcio (18%)	1,320	1,309	1,309
Sal comum	0,431	0,429	0,429
Premix vitamínico*	0,100	0,100	0,100
Premix mineral**	0,100	0,100	0,100
RAC (2%)	-	-	0,050
Inerte	-	0,050	-
Total	100,00	100,00	100,00
Valores calculados			
Energia Metabolizável (kcal/Kg)	3351,00	3400,00	3400,00
Matéria seca (%)	88,338	88,411	88,411
Proteína bruta(%)	15,324	19,000	19,000
Extrato etéreo(%)	3,680	4,609	4,609
Fibra bruta(%)	3,092	3,415	3,415
Lisina(%)	0,884	1,058	1,058
Metionina+Cistina(%)	0,529	0,630	0,630
Metionina(%)	0,261	0,310	0,310
Treonina(%)	0,573	0,723	0,723
Triptofano(%)	0,152	0,216	0,216
Cálcio(%)	0,700	0,700	0,700
Fósforo total(%)	0,521	0,563	0,563

3 *Níveis de garantias premix vitamínico: Vitamina A (min.) 16.000.000 UI/kg; Vitamina D3 (min.) 3.600.000 UI/kg;
 4 Vitamina E (min.) 60.000 UI/kg; Vitamina K3 (min.) 5.000 mg/kg; Vitamina B1 (min.) 4.000 mg/kg; Vitamina B2
 5 (min.) 11 g/kg; Vitamina B6 (min.) 5.000 mg/kg; Vitamina B12 (min.) 60.000 mcg/kg; Niacina (min.) 44g/kg;
 6 Ácido Pantoténico (min.) 40g/kg; Ácido Fólico (min.) 1.200 mg/kg; Biotina (min.) 200 mg/kg; Selênio (min.) 600
 7 mg/kg

8 **Níveis de garantias premix Mineral: Manganês (min.) 25 g/kg; Zinco (min.) 55 k/kg; Ferro (min.) 40 g/kg; Cobre
 9 (min.) 7.000 mg/kg; Iodo (min.) 800 mg/kg.

10

1 **Tabela 2.** Desempenho zootécnico após uso de ractopamina de suínos em fase de terminação sobre o Peso
 2 Inicial (PI), Consumo Diário de Ração (CDR), Ganho Diário de Peso (GDP), Conversão Alimentar
 3 (CA) e Peso Final (PF) durante a fase inicial de 0-42 dias experimentais.

Variáveis	Restrição		P-valor		CV(%)		
0- 21 dias	Sem	Com	Restrição				
PI (kg)	66,06	66,22	0,730		6,13		
PF (kg)	91,82	85,92	0,000		7,49		
CDR (kg)	3,310	2,629	0,000		16,32		
GPD (kg)	1,226	0,938	0,000		20,04		
CA	2,715	2,848	0,203		12,05		
21- 42 dias	Restrição		Ractopamina		P-valor		
	Sem	Com	Sem	Com	Restrição	Ractopamina	
CDR (kg)	3,259	3,381	3,285	3,356	0,512	0,700	17,40
GPD (kg)	1,161	1,358	1,118	1,402	0,001	0,000	19,48
CA	2,877	2,534	2,986	2,425	0,070	0,004	23,19
0-42dias							
PF	116,41	114,46	111,79	118,88	0,312	0,000	7,14
CDR (kg)	3,285	3,381	3,113	3,177	0,011	0,542	11,65
GPD (kg)	1,194	1,148	1,083	1,259	0,203	0,000	12,62
CA	2,796	2,691	2,910	2,577	0,305	0,002	12,76
Uréia Plas. (mg/DL)	43,67	33,97	38,09	39,77	0,179	0,732	56,07

4 *P representa o valor de significância para cada fator.

5

1 **Tabela 3.** Efeitos do ganho compensatório de suínos e uso de ractopamina em fase terminação sobre as
 2 características quantitativas de carcaça.

Características	Restrição		Ractopamina		P-valor		CV (%)
	Sem	Com	Sem	Com	Restrição	Ractopamina	
Peso carcaça quente (kg)	89,11	86,67	86,08	89,70	0,146	0,034	7,40
Peso carcaça fria (kg)	86,62	84,04	83,46	87,20	0,122	0,028	7,58
Área de olho lombo (mm)	45,35	42,67	41,43	46,59	0,212	0,020	16,18
Rendimento carcaça (%)	77,02	76,34	76,38	76,98	0,241	0,297	2,32
Profund. músculo (mm)	67,39	64,03	63,02	68,40	0,177	0,034	12,52
Espessura toucinho (mm)	14,85	14,05	14,99	14,90	0,912	0,956	33,30
Rendimento de carne magra (%)	51,66	51,78	51,89	51,55	0,909	0,745	6,01
Perda água resfriamento (%)	2,79	3,04	3,04	2,79	0,328	0,318	27,31

3 *P representa o valor para cada fator.

4

1 **Tabela 4.** Custo Médio de Ração (CMR) por de quilograma ganho de peso VIV, Índice de Eficiência
2 Econômica (IEE) e Índice de Custo Médio (ICM), referente aos tratamentos experimentais,
3 restrição alimentar e uso de ractopamina para suíno em fase de terminação.

Parâmetros	Sem restrição	Com restrição	Sem ractopamina	Com ractopamina
CRM (R\$/kg peso vivo)	2,63	2,36	2,57	2,23
IEE (%)	85,03	94,473	86,91	100
ICM (%)	117,61	105,85	115,06	100

4

1 **7 ARTIGO B - EFEITOS DO GANHO COMPENSATÓRIO DE SUÍNOS EM**
2 **TERMINAÇÃO SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE**
3 **TRATADOS COM RACTOPAMINA**

4
5
6 **EFEITOS DO GANHO COMPENSATÓRIO DE SUÍNOS EM TERMINAÇÃO SOBRE AS**
7 **CARACTERÍSTICAS DE QUALIDADE DA CARNE TRATADOS COM RACTOPAMINA**

8
9 *EFFECTS OF COMPENSATORY WEIGHT GAIN EFFECT ON MEAT QUALITY CHARACTERISTICS*
10 *FOR SWINE TREATED WITH RACTOPAMINE ON THE FINISHING STAGE*

11
12 Artigo preparado de acordo com as normas da revista Semina Ciências Agrárias

13
14 **RESUMO**

15
16 Objetivou-se avaliar os efeitos do ganho compensatório de suínos em terminação utilizando 10 ppm de
17 ractopamina (RAC), após um manejo alimentar de restrição quantitativa, sobre as características de
18 qualidade de carne. Foram utilizados 40 animais (20 machos castrados e 20 fêmeas), com 110 dias de idade
19 média e $66,137 \pm 6,13$ kg de peso vivo, divididos em dois períodos experimentais (0 a 21 dias; e 21 a 42
20 dias) na fase de terminação. Os tratamentos no primeiro período corresponderam a um arraaçamento sem
21 restrição alimentar e um com restrição de 20% em relação ao consumo voluntário de ração do grupo sem
22 restrição. No segundo período os grupos com e sem restrição foram submetidos a rações com 0 e 10 ppm de
23 RAC, definindo os seguintes tratamentos: T1 – sem restrição alimentar no primeiro período e sem RAC no
24 segundo; T2 – sem restrição alimentar no primeiro período e com RAC no segundo; T3 – com restrição
25 alimentar no primeiro período e sem RAC no segundo; T4 – com restrição alimentar no primeiro período e
26 com RAC no segundo. O delineamento no primeiro período foi em blocos ao acaso (com 20 repetições/
27 tratamento); e no segundo período fatorial 2 x 2 (10 repetições/tratamento), sendo cada animal a unidade
28 experimental. Não houve efeito de interação entre os fatores sobre a avaliação bromatológica do
29 músculo *Longíssimus thoracis*, força de cisalhamento, perda de água no descongelamento e cocção,
30 diâmetro da fibra muscular e índice de fragmentação miofibrilar. Somente houve influência dos efeitos
31 da restrição seguida do ganho compensatório na redução do extrato etéreo e na perda de água por
32 descongelamento. Com o uso da RAC houve um efeito positivo no diâmetro de fibras, redução no nível de
33 matéria seca e de proteína no músculo e aumento do nível de água. O ganho compensatório associado à RAC
34 não exerce efeitos positivos ou deletérios sobre a qualidade da carne, no entanto, isoladamente, desenvolvem
35 estes recursos têm repercussões nestas características, devendo ser considerados.

36
37 **Palavras chaves** – Beta-adrenérgico. Fibra muscular. *Longíssimus thoracis*. Nutrição.

1 ABSTRACT

2

3 The objective was to evaluate the effects of compensatory gain of finishing swines using 10 ppm
4 ractopamine (RAC), after a quantitative restriction feed management, on meat quality traits. Forty animals
5 (20 castrated males and 20 females), averaging 110 days of age and 66.137 ± 6.13 kg body weight, were
6 used, divided into two experimental periods (0 to 21 days; and 21 to 42 days) in the finishing phase. The
7 treatments in the first period corresponded to a feeding without feed restriction and one with a 20%
8 restriction in relation to the voluntary feed intake of the group without restriction. In the second period the
9 groups with and without restriction were subjected to rations with 0 and 10 ppm of RAC, defining the
10 following treatments: T1 - without feed restriction in the first period and without RAC in the second; T2 -
11 without feed restriction in the first period and with RAC in the second; T3 - with feed restriction in the first
12 period and without RAC in the second; T4 - with feed restriction in the first period and with RAC in the
13 second. The design in the first period was randomized block design (with 20 replicates/treatment); and in the
14 second period 2 x 2 factorial design (10 replicates/treatment), with each animal as an experimental unit.
15 There was no interaction effect between factors on the bromatological evaluation of Longissimus thoracis
16 muscle, shear force, water loss on thawing and cooking, muscle fiber diameter and myofibrillar
17 fragmentation index. Only the effects of restriction followed by compensatory gain had any influence on the
18 reduction of ethereal extract and water loss on thawing. With the use of RAC there was a positive effect on
19 fiber diameter, reduced dry matter and protein levels in the muscle, and increased water levels.
20 Compensatory gain associated with RAC does not exert positive or deleterious effects on meat quality,
21 however, in isolation, develop these features have repercussions on these traits and should be considered.

22

23 **Key words** - Beta-adrenergic. Muscle fiber. Longissimus thoracis. Nutrition.

24

25 Introdução

26

27 Na nutrição dos suínos é contínuo a utilização de manejo alimentar para reduzir a quantidade de
28 gordura na carcaça e melhorar a qualidade da carne. Assim, destacam-se, entre outros, a técnica da restrição
29 do consumo de ração nas etapas finais da engorda (Kloareg, Le Bellego, Mourot, Noblet & Van Milgen,
30 2005, Bee et al., 2007), a restrição alimentar seguida do ganho compensatório (Pacheco et al., 2007) e o uso
31 da ractopamina (Bonagurio, Pérez, Garcia, Bressa, & Lemos, 2003; Rossi et al., 2010; Agostini et al., 2011).

32 Quanto ao ganho compensatório, Therkildsen (2005) e Hansen, Therkildsen e Byrne (2006)
33 observaram que quando os animais são alimentados *ad libitum* após um período de restrição alimentar
34 ocorreu uma resposta com a recuperação do seu peso, um comportamento que se relaciona com o aumento
35 das taxas de síntese de proteína e de degradação proteica no organismo (Hansen et al., 2006; Purslow,
36 Archile-Contreras & Cha, 2012). Neste processo, a taxa de crescimento e a taxa de formação do tecido
37 muscular podem afetar a maciez (Łyczyński, Wajda, Czyżak-Runowska, Rzosińska & Grześ, 2006),

1 determinada pela taxa de decomposição da proteína do músculo de animais durante o abate (Therkildsen et
2 al., 2004).

3 Já para a ractopamina, um agonista beta-adrenérgico de amplo uso na suinocultura (Watkins,
4 Jones, Mowrey, Anderson & Veenhuizen, 1990; Zagury et al., 2002; Marinho et al., 2007; Sanches et al.,
5 2010), são destacadas suas ações sobre o aumento da massa muscular e a redução da adiposidade da carcaça.
6 (Carr et al., 2005; Almeida et al., 2010; Rossi et al., 2010; Agostini et al., 2011). Para a qualidade de carne, a
7 droga pode reduzir ainda as perdas de água por gotejamento (DRIP), o que favorece o processamento
8 industrial (Bonagurio et al., 2003) e melhora a aceitação das demandas do consumidor, que encontra um
9 produto mais atrativo pela diminuição da água retida nas embalagens do produto (Almeida et al., 2008).

10 A ação de agonistas beta-adrenérgicos segundo Rubensam (2000), aumentam a atividade da
11 calpastatina e causam inibição da atividade das calpaínas, diminuindo assim a degradação proteica, que tem
12 influência direta sobre a força de cisalhamento e a maciez da carne e que está ligada à degradação *post*
13 *mortem* das proteínas miofibrilares da carne (Lonergan, Huff-Lonergan, Rowe, Kuhlers & Jungs, 2001).

14 Na literatura, contudo, os estudos que tratam da associação do ganho compensatório com a
15 ractopamina sobre as características qualitativas da carne suína são escassos. Assim, reconhecida a
16 importância destes recursos, a realização deste trabalho se justifica, tendo por objetivo, estudar os possíveis
17 efeitos do ganho compensatório de suínos em terminação, tratados com ractopamina após a fase de restrição
18 de ração sobre as características de qualidade da carne.

19

20 **Material e Métodos**

21

22 O presente experimento foi submetido e aprovado pelo Comitê de Ética de Uso de Animais da
23 Universidade Estadual de Londrina (CEUA/UEL), Paraná, Brazil sob o número do processo 24998.2014.16.
24 Foram utilizados 40 animais da linhagem Agroceles PIC (20 machos castrados e 20 fêmeas), com 110 dias
25 de idade média e $66,137 \pm 6,13$ kg de peso vivo, submetidos a dois períodos experimentais (entre 0 e 21 dias;
26 e entre 21 e 42 dias) na fase de terminação. Foi utilizado um delineamento em blocos ao acaso de acordo
27 com o peso inicial, sendo que no primeiro período os animais foram submetidos a dois tratamentos, e no
28 segundo período experimental, um desenho fatorial 2 x 2 com quatro tratamentos. No primeiro período
29 foram definidas 20 repetições por tratamento e no segundo período 10 repetições. Em ambos os períodos
30 cada animal foi considerado uma unidade experimental.

31 Os tratamentos no primeiro período corresponderam a um arrazoamento sem restrição alimentar
32 e um com restrição de 20% em relação ao consumo voluntário de ração do grupo sem restrição. No segundo
33 período os grupos com e sem restrição foram submetidos a rações com 0 e 10 ppm de ractopamina, definindo
34 os seguintes tratamentos: T1 – sem restrição alimentar no primeiro período e sem ractopamina no segundo
35 período; T2 – sem restrição alimentar no primeiro período e com ractopamina no segundo período; T3 – com
36 restrição alimentar no primeiro período e sem ractopamina no segundo período; T4 – com restrição alimentar
37 no primeiro período e com ractopamina no segundo período.

1 No primeiro período o arraçoamento à vontade para o tratamento sem restrição teve o consumo
2 calculado diariamente, sendo este utilizado como parâmetro para se estabelecer a restrição de 20% do
3 consumo dos animais que receberam a restrição alimentar. Quanto à dieta hídrica os animais receberam água
4 à vontade durante todo o período experimental (0 a 42 dias).

5 As dietas experimentais eram isonutrientes, formuladas à base de milho e farelo de soja,
6 suplementadas com vitaminas, minerais e aminoácidos, de forma a atender as exigências nutricionais
7 previstas pela genética, atendendo o mínimo as recomendações nutricionais estabelecidas para suínos em
8 fase de terminação, de acordo Rostagno (2011), exceto para o nível de lisina dos tratamentos que receberam
9 com ractopamina (RAC), cujos níveis foram estabelecidos em função da maior taxa de deposição proteica
10 (Mitchell, Solomon & Steele, 1991). Os ingredientes, a composição percentual e os valores calculados das
11 rações experimentais encontram-se na Tabela 1.

12 Ao atingirem peso médio final de $115,33 \pm 7,17$ kg, os animais foram abatidos em um
13 frigorífico comercial localizado a 30 km da unidade experimental. Os animais foram submetidos a jejum
14 sólido por 12 horas antes do transporte, sendo mantidos sob dieta hídrica até o abate. O tempo de transporte
15 foi de aproximadamente uma hora e os animais permaneceram nas baias de descanso no frigorífico por 12
16 horas.

17 Os suínos foram insensibilizados por corrente elétrica utilizando-se um equipamento da marca
18 Petrovina 0 IS 2000 com dois eletrodos, aplicando-se choque elétrico (350 volts e 1,3 ampères) por
19 aproximadamente 3 segundos.

20 Após o abate, escaldagem e evisceração, as carcaças foram divididas ao meio longitudinalmente
21 e resfriadas à temperatura de $2 \pm 1^\circ\text{C}$, por 24 horas, na câmara de resfriamento do frigorífico. O pH da carne
22 foi medido no músculo *Longissimus thoracis*, com auxílio do potenciômetro Sentron 1001, na altura da
23 última costela, 45 minutos após o abate (pH inicial) e 24 horas após resfriamento (pH final) a $2 \pm 1^\circ\text{C}$.

24 Vinte e quatro horas após o abate, as meias-carcaças esquerdas foram cortadas na altura da
25 última costela, retirando-se amostras do músculo *Longissimus thoracis*, a partir da altura da última costela,
26 em direção à porção cranial do animal. As amostras foram identificadas, acondicionadas em caixas de isopor
27 e transportadas para o laboratório, sendo então armazenadas a -18°C . De cada animal foram retiradas duas
28 amostras de bifes de aproximadamente 3 cm de espessura. A primeira amostra foi utilizada para avaliação da
29 cor, marmoreio e perda de água por gotejamento, e a segunda para determinação da maciez (força de
30 cisalhamento) e da perda de água por descongelamento e cocção.

31 A capacidade de retenção de água da carne foi avaliada considerando-se as perdas de água por
32 descongelamento e cocção. A perda de água por gotejamento foi avaliada segundo a técnica descrita por
33 Boccard et al. (1981).

34 A cor foi analisada no músculo *Longissimus thoracis* 24 horas após o abate utilizando-se o
35 colorímetro portátil Minolta CR10, com esfera de integração e ângulo de visão de 8° , ou seja, iluminação d/8
36 e iluminante C. Os componentes L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho-verde) e b^* (componente
37 amarelo-azul) foram expressos no sistema de cor CIELAB.

1 Para avaliação da maciez amostras da carne foram cozidas em banho-maria pré-aquecido a 85°C
2 até atingirem temperatura interna de aproximadamente 78°C. Após a cocção, as amostras foram armazenadas
3 por 24 horas a $2 \pm 2^\circ\text{C}$ e, em seguida, foram retiradas sub amostras de 2 cm de largura, 1 cm de espessura e 1
4 cm de comprimento.

5 O índice de fragmentação miofibrilar foi realizado pela metodologia descrita por Ramos e
6 Gomide (2007), o qual consiste na homogeneização e centrifugação da carne descongelada triturada com
7 solução tampão. O resíduo foi então filtrado e diluído até atingir certa concentração de proteínas (no caso
8 cerca de 0,5mg/mL), que foi agitada em vórtex e lida em espectrofotômetro a 540nm. O índice foi então
9 obtido pela equação $\text{IFM} = 200 \times \text{absorbância}$, onde altos valores de índice (próximos a 100) indicam grande
10 ruptura das miofibrilas, representando uma carne mais macia e baixos valores de índice (30) representam
11 uma carne mais dura.

12 A força de cisalhamento foi tomada perpendicular à orientação das fibras musculares com a
13 lâmina Warner-Bratzler adaptada no texturômetro Stable Mycro Systems TA-XT2i. (Bouton, Harris &
14 Shothose, 1971). Essa análise foi realizada em dois períodos (FC1 e FC2) e as velocidades utilizadas foram de
15 5 mm/s no pré e no pós-teste e de 2 mm/s no teste.

16 A avaliação subjetiva do grau de marmoreio foi realizada utilizando-se padrões fotográficos e
17 atribuindo-se notas de 1 a 5 (1 = traços de marmoreio e 5 = marmoreio abundante) (American Meat Science
18 Association [AMSA], 2001).

19 Quanto às medidas de diâmetros das células musculares, amostras do músculo *Longissimus*
20 *thoracis* foram dissecadas e armazenadas por 24 horas em solução Bouin e, posteriormente, conservadas em
21 álcool 70%. As amostras foram processadas e fixadas em lâminas histológicas e coradas pela hematoxilina e
22 eosina. Para capturar as imagens utilizou-se uma câmera digital Samsung SDC-415 e um microscópio Motic
23 BA 300.

24 Para determinar o diâmetro das células musculares foi utilizado o programa Images Plus 2.0
25 ML. Foram amostrados 6 campos microscópicos aleatórios de cada corte e foi medido o menor diâmetro de
26 15 células musculares escolhidas aleatoriamente, conforme Dubowitz e Brooke (1973), totalizando 90
27 observações por lâmina.

28 Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico
29 Minitab17.

31 **Resultados e Discussão**

32
33 Na Tabela 2 estão demonstrados os efeitos do ganho compensatório e do uso de ractopamina para
34 suínos em fase de terminação sobre a avaliação bromatológica e as características qualitativas da carne.
35 Como não houve efeito de interação entre os fatores restrição e ractopamina para nenhuma das variáveis
36 avaliadas, os fatores foram analisados separadamente.

37 No entanto, considerando os tratamentos isoladamente, os animais tratados com ractopamina
38 apresentaram menor porcentagem de matéria seca no músculo ($P < 0,04$), o que indica uma maior retenção de

1 água neste tecido. Este resultado se identifica com as informações obtidas por Bonagurio et al. (2003) e Bridi
2 et al. (2006), que também utilizaram a mesma dose de ractopamina para suínos em fase de terminação.

3 Outro efeito associado a esta maior retenção de água e à tendência de redução do extrato etéreo
4 na carne ($P < 0,07$) devido ao uso da ractopamina foi o percentual de proteína bruta neste tecido ($P < 0,02$).
5 Pela relação entre esses componentes, o teor de proteína apresentou um resultado inferior para o grupo
6 tratado com ractopamina. Um dos princípios de ação do beta adrenérgico é o aumento da massa muscular,
7 que é acompanhada pela maior retenção de água e pela redução da gordura (principalmente a subcutânea),
8 justificando estes resultados (Carr et al., 2005; Almeida et al., 2010; Rossi et al., 2010; Agostini et al., 2011).

9 Rossi et al. (2010), trabalhando com suínos machos castrados e fêmeas em terminação tratados
10 com rações com ractopamina nas dietas (0, 10 ou 20 ppm), verificaram que a utilização da droga na
11 alimentação de suínos aumentou as concentrações de umidade no músculo *L. thoracis*, e diminuiu a
12 quantidade de gordura.

13 Para os grupos submetidos ou não ao manejo de restrição alimentar o único resultado
14 significativo encontrado na análise bromatológica foi para o extrato etéreo, onde os animais submetidos à
15 restrição de 20% de ração durante 21 dias seguido da alimentação à vontade apresentaram menor
16 porcentagem de deste ($P < 0,01$) na carne. Este resultado pode ser decorrente diretamente pela perda de
17 gordura muscular durante a restrição seguida de uma incompleta reposição deste tecido ao se retornar a
18 alimentação à vontade, ou pela diferença na deposição do tecido muscular, que é considerado maior para o
19 grupo que sofreu restrição e apresentou ganho compensatório, dada aos aumentos do *turnover* proteico
20 muscular, com uma vantagem para a síntese proteica em relação à sua degradação (Kristensen et al., 2002).

21 Quanto as características de perda de água no descongelamento e na cocção, somente foi
22 verificada uma tendência de maior retenção para o grupo que recebeu a restrição alimentar e posteriormente
23 a alimentação à vontade (consumo e ganho compensatório). Este resultado se identifica com os achados de
24 Pacheco et al. (2007), que utilizaram as mesmas faixas de restrição alimentar (20% do consumo voluntário)
25 para suínos em fase final de engorda.

26 Para os animais tratados ou não com ractopamina a ausência de diferenças entre os grupos para
27 alguns parâmetros, reitera os achados de Bridi et al. (2006) e de Watanabe et al. (2012), que respectivamente,
28 trabalharam com 5, 10 e 15 ppm de ractopamina. Deve-se ressaltar, todavia, que existem ainda divergências
29 para este parâmetro quando se utiliza a ractopamina. Athayde et al. (2012) observaram inclusive melhora do
30 parâmetro perda de água na carcaça para quando no uso da ractopamina.

31 Para as características de maciez houve uma piora ($P < 0,03$) para a força de cisalhamento no 1º
32 dia pós-abate nos animais que receberam ractopamina e uma tendência de menor maciez para o grupo
33 submetido à restrição alimentar com subsequente ganho compensatório. No primeiro caso, a ractopamina
34 tende a aumentar a força de cisalhamento do músculo (Carr et al., 2005). O uso de ractopamina sobre este
35 atributo pode ser resultado do aumento do diâmetro das fibras musculares ou da redução da atividade da
36 enzima proteolítica calpaína, cujo declínio está associado a maior porcentagem de tecido magro. A ação de
37 agonistas beta-adrenérgicos pode estimular a calpastatina, enzima responsável pela inibição da calpaína e
38 que tem influência direta sobre a força de cisalhamento e maciez da carne (Rubensam, 2000), pois a enzima

1 está ligada à degradação *post mortem* da proteína miofibrilar e, portanto, a esses parâmetros de qualidade de
2 carne (Lonergan et al., 2001). Neste sentido, Athayde et al. (2012) observaram maior força de cisalhamento
3 para animais que receberam 10 ppm de ractopamina.

4 Como relatado por Therkildsen et al. (2004), o grau de maciez da carne é determinado pela taxa
5 de decomposição da proteína do músculo de animais vivos durante o abate. De acordo com estes autores, a
6 reação de crescimento compensatório aumenta a decomposição da proteína muscular e pode ser um meio de
7 melhorar a maciez da carne.

8 Para o diâmetro da fibra muscular (Tabela 2), somente houve efeito significativo a favor dos
9 animais que receberam ractopamina. Este efeito é clássico, pois a droga tem ações destacadas no aumento
10 hipertrófico do músculo (Moser et al., 1986; Bridi et al., 2006; Agostini et al., 2011). Para o índice de
11 fragmentação miofibrilar (Tabela 2), medida também associada à avaliação da maciez da carne, tanto para os
12 animais submetidos ou não ao manejo de restrição e aos tratados ou não com ractopamina, não houve
13 diferença entre os tratamentos e todas as carnes apresentaram alto índice (o valor máximo para o parâmetro é
14 100), que denota que todas detiveram elevada maciez. A tendência da maior maciez para animais tratados
15 com ractopamina ($P < 0,07$), no entanto, é contrastante em vários trabalhos (Rubensam, 2000; Lonergan et al.,
16 2001; Carr et al., 2005).

17 Na Tabela 3 encontram-se as características de pH, cor e marmoreio de animais submetidos ou
18 não a restrição alimentar e aos que receberam ou não ractopamina na ração. Não houve para nenhuma dessas
19 características analisadas efeitos de interação entre os fatores restrição e ractopamina. Assim, os fatores
20 foram analisados separadamente.

21 Para o pH inicial, para animais tratados com ractopamina, o valor foi inferior aos animais
22 isentos deste tratamento, correspondendo à tendência de que suínos tratados com a droga, devido ao
23 consumo do glicogênio muscular, pela ação beta-adrenérgica desse produto, teriam a uma maior produção e
24 acúmulo de ácido láctico na carcaça pós-abate e diminuição do pH final da mesma. (Moller, Bertelsen &
25 Olsen, 1992; Wood, Wiseman & Cole, 1994).

26 Para o pH final alguns estudos não apontam alteração deste parâmetro quando se trabalha com
27 níveis de ractopamina entre 0 a 20 ppm (Carr et al., 2005; Bridi et al., 2006; Almeida et al., 2010; Agostini et
28 al., 2011), identificando-se com os resultados obtidos.

29 Para as características de cor, houve somente um efeito para a intensidade do vermelho a^* , cor
30 vermelho-verde, sendo que os animais tratados com ractopamina apresentaram menor intensidade desta cor
31 em relação àqueles que não receberam a ractopamina.

32 A cor do músculo também pode sofrer alteração a partir do uso da ractopamina, com redução
33 dos valores a^* e b^* (vermelho-amarelo) (Uttaro et al., 1993; Carr et al., 2005; Almeida et al., 2008; Agostini
34 et al., 2011). O que pode determinar essa redução na coloração a^* (intensidade do vermelho) é a menor
35 presença de oximioglobina muscular (pigmento que dá coloração vermelha à carne) em animais sob ação da
36 ractopamina (Almeida et al., 2008).

37 A ausência de diferença para a b^* (intensidade do amarelo) indica que os tratamentos com ou
38 sem ractopamina ou com ou sem restrição não influenciaram as variáveis. O valor de b^* , tonalidade de azul a

1 amarelo da carne, de maneira geral está relacionada com a presença de pigmentos carotenoides que se
2 depositam na gordura, e pode ser alterado com animais mais pesados ao abate (Cisneros, Ellis, McKeith,
3 McCaw & Fernando, 1996) ou com a mudança da composição de ácidos graxos da carne (Joo, Lee, Há &
4 Park, 2002), aspectos não relacionados com os tratamentos neste trabalho.

5 Quanto aos valores de L* (luminosidade), também não foram observadas diferenças para
6 animais que receberam ou não ração com ractopamina. Alguns trabalhos sustentam este resultado, apontando
7 que geralmente a luminosidade não é influenciada pela ação desta droga (Bridi et al., 2006; Almeida et al.,
8 2010; Agostini et al., 2011).

9 A ausência de diferenças para os tratamentos ligados à restrição ou não e ao ganho
10 compensatório para os parâmetros de cor estão em concordância com Pacheco et al. (2007), comprovando
11 ser possível haver um completo restabelecimento dos parâmetros também qualitativos da carne para animais
12 que previamente foram submetidos a um processo de restrição e depois receberam alimentação à vontade.

13 Para o marmoreio os resultados também não diferiram entre animais submetidos ou não à
14 restrição. Mais uma vez comprova-se a recuperação do tecido muscular quanto a este parâmetro (Pacheco et
15 al., 2007).

16 Quanto ao papel da ractopamina para o índice de marmoreio também não houve diferença entre
17 os tratamentos (Tabela 3). No entanto, alguns estudos demonstram que o uso de ractopamina em inclusões de
18 10 e 20 ppm pode resultar na diminuição do marmoreio, mas sem influenciar a qualidade da carne para o
19 consumidor quando comparada com aquelas que não sofreram a ação deste produto. (Agostini et al., 2011).
20 Já a suplementação de 5 a 7,4 mg/kg de ractopamina parece não influenciar o marmoreio nem a preferência
21 de consumo do lombo (*Longissimus thoracis*) para animais de terminação tardia (133 kg de peso final)
22 (Fernández-Dueñas et al., 2008).

23 Trabalhos mais antigos indicam que a ractopamina não exerce nenhum impacto significativo
24 sobre a qualidade da carne suína, inclusive na cor, na marmorização, na firmeza e nos valores de pH final
25 (Stites et al., 1991; Uttaro et al., 1993). Porém, trabalhos posteriores indicaram efeito do aditivo sobre a cor
26 devido às mudanças na composição das fibras musculares (Chang et al., 2003), além da diminuição na
27 quantidade de ácidos graxos saturados e aumento da poli insaturação de lipídios da carne suína (Carr et al.,
28 2005).

29

30 **Conclusão**

31

32 Não há efeitos sinérgicos positivos ou negativos sobre a qualidade da carne de suínos que após
33 um período de restrição alimentar quantitativa foram submetidos à rações com ractopamina durante a fase de
34 ganho compensatório. A restrição alimentar influencia na redução do extrato etéreo e a ractopamina tem
35 tendência para essa redução e na perda de água por descongelamento; e para animais que sofreram restrição e
36 posteriormente apresentaram ganho compensatório o manejo promove redução do porcentual de gordura na
37 carne e diminui a perda de água no descongelamento.

38

1 Referências

- 2
- 3 Agostini, PS, Silva, CA, Bridi, AM, Abrami, RAM, Pacheco, GD, Lozano, AP, et al. (2011). Efeito da RAC
4 na performance e na fisiologia do suíno. *Archivos de Zootecnia*, 60 (231), 659-670.
- 5
- 6 Almeida, VV, Berenchthein, B, Costa, LB, Tse, MLP, Braz, DB, e Miyada VS. (2010). RAC, cromo-
7 metionina e suas combinações como aditivos modificadores do metabolismo de suínos em crescimento e
8 terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39 (9), 1969-1977.
- 9
- 10 Almeida EC, Rodrigues VV, Amaral NO, Zangeronimo MG, Rodrigues PB, Philomeno R et al. (2008).
11 Desempenho de suínos em terminação recebendo rações formuladas com diferentes níveis de lisina,
12 suplementadas ou não com RAC. PorkExpo & IV Fórum Internacional de Suinocultura. In: Fórum
13 Internacional de Suinocultura, *Anais...* 121-122.
- 14
- 15 American Meat Science Association (AMSA). (2001). *Meat evaluation handbook*. Savoy.
- 16
- 17 Athayde, NB, Dalla Costa, OA, Roça, RO, Klein, EL, Ajala, LC, e Silva, D. (2012). *Parâmetros fisiológicos*
18 *do estresse e lesões de suínos suplementados com RAC em condições de produção comercial*. Concórdia:
19 Embrapa Suínos e Aves. p. 1-6. (Embrapa Suínos e Aves. Comunicado Técnico, 47).
- 20
- 21 Bee, G, Calderini, M, Biolley, C, Guex, G, Herzog, W, e Lindemann, MD. (2007). Changes in the
22 histochemical properties and meat quality traits of porcine muscles during the growing-finishing period as
23 affected by feed restriction, slaughter age, or slaughter weight. *Journal of animal science*, 85 (4), 1030–1045.
- 24
- 25 Boccard R, Buchter L, Casteels E, Cosentino E, Dransfield E, e Hood DE. (1981). Proceedings for
26 measuring meat quality characteristics in beef production experiments. *Livestock Production Science*,
27 *Amsterdam*, 8 (5), 385-397.
- 28
- 29 Bonagurio, S, Pérez, JRO, Garcia, IFF, Bressan, MC, e Lemos, ALSC. (2003). Qualidade da carne de
30 cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. *Revista Brasileira de*
31 *Zootecnia*, 32 (6), 1981-1991.
- 32
- 33 Bouton, P, Harris, P, e Shothose, R. (1971). The effects of ultimate pH upon the water-holding capacity and
34 tenderness of mutton. *Journal of Food Science*, 36 (3), 435-439.
- 35
- 36 Bridi, AM, Oliveira, AR, Fonseca, NAN, Shimokomaki, M, Coutinho, LL, e Silva, CA. (2006). Efeito do
37 genótipo halotano, da RAC e do sexo do animal na qualidade da carne suína. *Revista Brasileira de*
38 *Zootecnia*, 35 (5), 2027-2033.
- 39
- 40 Carr, SN, Ivers, DJ, Anderson, DB, Jones, DJ, Mowrey, DH, England, MB, et al. (2005). The effects of
41 ractopamine hydrochloride on lean carcass yields and pork quality characteristics. *Journal of Animal*
42 *Science*, 83, 12, 2886-2893.
- 43
- 44 Chang, KC, Costa, N, Blackley, R, Southwood, O, Evans, G, Plastow, G, et al. (2003). Relationships of
45 myosin heavy chain fibre types to meat quality traits in traditional and modern pigs. *Meat science*, 64 (1),
46 93–103.
- 47
- 48 Cisneros, F, Ellis, M, McKeith, FK, J. McCaw, J, e Fernando, RL. (1996). Influence of slaughter weight on
49 growth and carcass characteristics, commercial cutting and curing yields, and meat quality of barrows and
50 gilts from two genotypes. *Journal of Animal Science*, 74 (5), 925-933.
- 51
- 52 Dubowitz, V. e Brooke, M. H. (1973). Histological and biochemical stains and reactions. Em Dubowitz, V.
53 *Muscle biopsy: a modern approach*. London: W.B. Saunders. p. 20-73.
- 54

- 1 Fernández-Dueñas, DM, Myers, AJ, Scramlin, SM, Parks, CW, Carr, SN, Killefer, J, et al. (2008). Carcass,
2 meat quality, and sensory characteristics of heavy body weight pigs fed ractopamine hydrochloride
3 (Paylean). *Journal of Animal Science*, 86, 3544-3550.
4
- 5 Hansen, S, Therkildsen, M e Byrne, DV. (2006). Effects of a compensatory growth strategy on sensory and
6 physical properties of meat from young bulls. *Meat Science*, 74, 628-643.
7
- 8 Joo, ST, Lee, JI, Ha, YL, e Park, GB. (2002). Effects of dietary conjugated linoleic acid on fatty acid
9 composition, lipid oxidation, color, and water-holding capacity of pork loin. *Journal of Animal Science*, 80
10 (1), 108–112.
11
- 12 Kloareg, M, Le Bellego, L, Mourot, J, Noblet, J, e Van Milgen, J. (2005). Deposition of dietary fatty acids
13 and of de novo synthesised fatty acids in growing pigs: Effects of high ambient temperature and feeding
14 restriction. *British Journal of Nutrition*, 93 (6), 803-811.
15
- 16 Kristensen, L, Therkildsen, M, Riis, B, Sørensen, MT, Oksbjerg, N, Purslow, PP, et al. (2002). Dietary-
17 induced changes of muscle growth rate in pigs: effects on in vivo and postmortem muscle proteolysis and
18 meat quality. *Journal of animal science*, 80 (11), 2862–2871.
19
- 20 Lonergan, SM, Huff-Lonergan, E, Rowe, LJ, D. L. Kuhlert, DL, e Jungs, SB. (2001). Selection for lean
21 growth efficiency in Duroc pigs influences pork quality. *Journal of Animal Science*, 79, 2075- 2085.
22
- 23 Łyczyński, A, Wajda, S, Czyżak-Runowska, G, Rzosnińska, E, e Grześ, B. (2006). Effect of environmental
24 conditions on pork meat quality- a review. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 56 (2), 109-116.
25
- 26 Marinho, PC, Fontes, DO, Silva, FCO, Silva, MA, Pereira, FA e Arouca CLC. (2007). Efeito da RAC e de
27 métodos de formulação de dietas sobre o desempenho e as características de carcaça de suínos machos
28 castrados em terminação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36 (4), 1061-1068.
29
- 30 Mitchell, AD, Solomon, M.B e Steele, NC. (1991). Influence of level of dietary protein or energy on effects
31 of ractopamine in finishing swine. *Journal of Animal Science*, 69 (11), 4487-4495.
32
- 33 Moller, AJ, Bertelsen, G, e Olsen, A. Processed pork technological parameters related to type of raw material
34 – review. Em Puolanne, E, Demeyer, DI, Ruusunen, M. et al. (Eds.) (1992). *Pork quality: genetic and
35 metabolic factors*. Wallingford: Redwood Books.
36
- 37 Moser, RL, Dalrymple, RH, Cornelius, SG. et al. (1986). Effect of cimaterol (CL 263, 780) as a
38 repartitioning agent in the diet for finishing pigs. *Journal of Animal Science*, 62 (1), 21-26.
39
- 40 Pacheco, GD, Briganó, MV, Oba, A, Pinheiro, JW, Fonseca, NAN, Bridi, AM, et al. (2007). Efeitos da
41 restrição alimentar seguida de ganho compensatório sobre a qualidade da carne de suíno. *Archivos de
42 Zootecnia*, 56 (216), 895-906.
43
- 44 Purslow, PP, Archile-Contreras, AC e Cha, MC. (2012). Manipulating meat tenderness by increasing the
45 turnover of intramuscular connective tissue. *Journal of Animal Science*, 90, 950-959.
46
- 47 Ramos, EM, e Gomide, LAM. (2007). *Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias*.
48 Viçosa, MG: UFV.
49
- 50 Rossi, CAR, Lovatto, PA, Garcia, GG, Lenhen, CR, Porolnik, GV, Ceron, MS, et al. (2010). Alimentação de
51 suínos em terminação com dietas contendo RAC e extratos cítricos: desempenho e características de carcaça.
52 *Ciência Rural*, 40, 2343-2349.
53
- 54 Rostagno, HS. (2011). *Tabelas brasileiras para aves e suínos: composição de alimentos e exigências
55 nutricionais*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV.
56

- 1 Rubensam, JM. (2000). Transformações post mortem e qualidade da carne suína. Em *Conferência Virtual*
2 *Sobre Qualidade da Carne Suína*, Concórdia, SC.
- 3
- 4 Sanches, JF, Kiefer, C, Moura, MS, Silva, CM, Luz, MF, Carrijo, AS. (2010). Níveis de RAC para suínos
5 machos castrados em terminação e mantidos sob conforto térmico. *Ciência Rural*, 40 (2), 403-408.
- 6
- 7 Stites, CR, McKeith, FK, Singh, SD, Bechtel, PJ, Mowrey, DH, e Jones, DJ. (1991). The effect of
8 ractopamine hydrochloride on the carcass cutting yields of finishing swine. *Journal of animal science*, 69
9 (8), 3094-3101.
- 10
- 11 Therkildsen, MM, Vestergaard M, Busk, H, Jensen MT, Riis, B, Karlsson AH, et al. (2004). Compensatory
12 growth in slaughter pigs—In vitro muscle protein turnover at slaughter, circulating IGF-I, performance and
13 carcass quality. *Livestock Production Science*, 88, 63-75.
- 14
- 15 Therkildsen, M. (2005). Muscle protein degradation in bull calves with compensatory growth. *Livestock*
16 *Production Science*, 98, 205-218.
- 17
- 18 Uttaro, BE, Ball, RO, Dick, P, Rae, W, Vessie, G, e Jeremiah, LE. (1993). Effect of ractopamine and sex on
19 growth, carcass characteristics, processing yield, and meat quality characteristics of crossbred swine. *Journal*
20 *of animal science*, 71 (9), 2439–2449.
- 21
- 22 Watanabe, PH, Thomaz, M.C, Pascoal, LAF, Ruiz, US, Daniel, E, Amorim, AB. (2012). Qualidade da carne
23 de fêmeas suínas alimentadas com diferentes concentrações de RAC na dieta. *Arquivo Brasileiro de*
24 *Medicina Veterinária e Zootecnia*, 64 (5), 1381-1388.
- 25
- 26 Watkins, LE, Jones, DJ, Mowrey, DH, Anderson, DB, e Veenhuizen, EL. (1990). The effect of various levels
27 of ractopamine hydrochloride on the performance and carcass characteristics of finishing swine. *Journal of*
28 *animal science*, 68 (11), 3588–3595.
- 29
- 30 Wood, JD, Wiseman, J, e Cole, DJA. (1994). Control and manipulation of meat quality. Em Cole, DJA,
31 Wiseman, J, e Varley, MA. (Eds.). *Principles of pig science*. London: Nottingham University Press.
- 32
- 33 Zagury, FTR, Silveira, ETF, Veloso, JAF, et al. (2002). Effects of ractopamine (Paylean®) on lean meat
34 accretion and pork quality. Em Proceedings do International Pig Veterinary Society Congress (p. 446).
- 35

1 **Tabela 1.** Composição centesimal e calculada das dietas experimentais de suínos submetidos ao ganho
 2 compensatório tratados ou não com ractopamina durante 42 dias experimentais.

Ingredientes	Terminação I	Term. II s/ Racto	Term. II com Racto
Milho grão (7,8%PB)	75,840	64,410	64,410
Farelo de soja (45,5PB)	20,255	30,523	30,523
Óleo de soja	1,00	2,217	2,217
L-lisina (HCl 79%)	0,184	0,076	0,076
DI-metionina (99%)	0,070	0,010	0,010
L-treonina (98%)	0,016	--	--
Calcáreo (37%)	0,846	0,776	0,776
Fosfato bicálcio (18%)	1,320	1,309	1,309
Sal comum	0,431	0,429	0,429
Premix vitamínico*	0,100	0,100	0,100
Premix mineral**	0,100	0,100	0,100
RAC (2%)	-	-	0,050
Inerte	-	0,050	-
Total	100,00	100,00	100,00
Valores calculados			
Energia Metabolizável (kcal/Kg)	3351,00	3400,00	3400,00
Matéria seca(%)	88,338	88,411	88,411
Proteína bruta(%)	15,324	19,000	19,000
Extrato etéreo(%)	3,680	4,609	4,609
Fibra bruta(%)	3,092	3,415	3,415
Lisina(%)	0,884	1,058	1,058
Metionina(%)	0,529	0,630	0,630
Cistina(%)			
Metionina(%)	0,261	0,310	0,310
Treonina(%)	0,573	0,723	0,723
Triptofano(%)	0,152	0,216	0,216
Cálcio(%)	0,700	0,700	0,700
Fósforo total(%)	0,521	0,563	0,563

3 *Níveis de garantias premix vitamínico: Vitamina A (min.) 16.000.000 UI/kg; Vitamina D3 (min.) 3.600.000 UI/kg;
 4 Vitamina E (min.) 60.000 UI/kg; Vitamina K3 (min.) 5.000 mg/kg; Vitamina B1 (min.) 4.000 mg/kg; Vitamina B2
 5 (min.) 11 g/kg; Vitamina B6 (min.) 5.000 mg/kg; Vitamina B12 (min.) 60.000 mcg/kg; Niacina (min.) 44g/kg; Ácido
 6 Pantoténico (min.) 40g/kg; Ácido Fólico (min.) 1.200 mg/kg; Biotina (min.) 200 mg/kg; Selênio (min.) 600 mg/kg.
 7 **Níveis de garantias premix Mineral: Manganês (min.) 25 g/kg; Zinco (min.) 55 k/kg; Ferro (min.) 40 g/kg; Cobre
 8 (min.) 7.000 mg/kg; Iodo (min.) 800 mg/kg.
 9

1 **Tabela 2.** Efeitos do ganho compensatório de suínos em terminação, submetidos ao tratamento com dietas
 2 adicionadas ou não com ractopamina, sobre a avaliação bromatológica do músculo *Longissimus*
 3 *thoracis*, força de cisalhamento, perda de água no descongelamento e cocção, diâmetro da fibra
 4 muscular e índice de fragmentação miofibrilar.

Variável	Restrição		Ractopamina		*P-valor		CV (%)
	Sem	Com	Sem	Com	Restrição	Ractopamina	
MS (%)	28,59	27,25	28,65	27,19	0,06	0,04	7,85
UM (%)	71,40	72,74	71,34	72,80	0,06	0,04	3,04
MM(%)	1,15	1,13	1,15	1,13	0,40	0,20	8,12
EE (%)	2,19	1,64	2,10	1,72	0,01	0,07	33,89
PB (%)	24,02	23,90	24,67	23,25	0,83	0,02	7,964
PAD (%)	11,35	9,42	10,71	10,07	0,05	0,52	30,10
PAC (%)	21,77	23,02	21,77	23,02	0,58	0,89	33,60
FC1 (kg)	4,54	4,53	4,22	4,86	0,95	0,03	20,61
FC2 (kg)	3,78	4,43	4,20	4,02	0,07	0,63	27,21
DIAM (µm)	27,47	35,85	31,55	31,78	0,87	0,00	14,14
IFM (%)	76,45	76,68	75,04	78,09	0,88	0,06	6,71

5 *P-valor representa o valor da significância para cada fator. MS = matéria seca, UM = umidade, MM = matéria
 6 mineral, EE = extrato etéreo, PB = proteína bruta, PAD = perda de líquido no descongelamento, PAC = perda de
 7 líquido na cocção, FC1 = força de cisalhamento dia 1, FC2 = força de cisalhamento dia 7, DIAM = diâmetro da fibra
 8 muscular, IFM = índice de fragmentação miofibrilar; CV(%) = coeficiente de variação.
 9

1 **Tabela 3.** Efeitos do ganho compensatório de suínos em terminação, submetidos ao tratamento com dietas
 2 adicionadas ou não com ractopamina, sobre os valores médios de pH, índices de cor e marmoreio.

Características	Restrição		Ractopamina		P-valor		CV(%)
	Sem	Com	Sem	Com	Restrição	Ractopamina	
pH inicial	6,220	6,220	6,270	6,170	0,896	0,045	4,35
pH final	5,548	5,541	5,493	5,596	0,605	0,232	2,78
L*(média)	52,182	52,212	52,635	51,758	0,981	0,480	42,81
a*(média)	3,422	3,090	3,642	2,790	0,518	0,034	7,00
b*(média)	11,367	10,950	11,535	10,782	0,358	0,102	39,45
Croma	11,880	11,423	12,129	11,174	0,379	0,071	12,71
Tonalidade	1,292	1,303	1,270	1,325	0,652	0,039	14,08
Marmoreio	2,15	2,00	1,900	2,250	0,909	0,745	6,46

3 *P valor representa o valor da significância para cada fator.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na hipótese que a associação entre o ganho compensatório e a ractopamina resultaria em uma potencialização no desempenho em consequência de maior ingestão e aproveitamento dos nutrientes presentes na dieta, bem como nas características de carcaça e qualidade da carne. Esta melhora se refletiria diretamente na lucratividade do produtor e desta forma se justificava a avaliação do impacto destas práticas na qualidade do produto final.

No entanto, a hipótese estabelecida não foi confirmada neste trabalho. Os resultados demonstraram que não houve efeitos sinérgicos positivos ou negativos sobre as características de desempenho zootécnico, características de carcaça, qualidade da carne de suínos que após um período de restrição alimentar quantitativa foram submetidos tratamento de manejo alimentar com dietas contendo 10 pp de ractopamina durante o período de ganho compensatório.

Para o manejo de restrição, a ausência de diferença significativa ($P > 0,05$) entre as variáveis avaliadas indicou que o ganho compensatório de peso foi efetivo levando ao completo restabelecimento.

A ractopamina influenciou na redução do extrato etéreo e na perda de água por descongelamento; e para animais que sofreram restrição e posteriormente apresentaram ganho compensatório o manejo promoveu redução do porcentual de gordura na carne e diminuiu a perda de água no descongelamento.

Os efeitos do ganho compensatório e do uso de ractopamina para suínos machos castrados e fêmeas em terminação são independentes e limitados a poucas características.

Nas condições experimentais brasileiras atuais, o uso de 10 pp da ractopamina, associada à 20% de restrição alimentar, seguida do ganho compensatório não proporcionaram nenhum efeito sobre os parâmetros do desempenho zootécnico, as características quantitativas de carcaça, qualidade da carne e na viabilidade econômica da produção de suínos em terminação.

Diante dos resultados apresentados, faz-se necessário a realização de mais estudos que considerem a associação destas ferramentas tecnológicas na busca de novos conhecimentos, uma vez que as maiores limitações na obtenção de animais com elevado peso de abate estão relacionados com os teores de gorduras na carcaça e sua associação com a eficiência alimentar, para tanto, as estratégias

de manejo alimentar são oportunas para controlar esses fatores fisiológicos que melhoram a eficiência de produção dos animais e os atuais benefícios que possibilitam a potencialização do desempenho garantindo a qualidade final do produto, fundamental para a relação benefício x custo.

Do ponto de vista econômico, associar na fase de ganho compensatório o uso da ractopamina pode ser uma alternativa interessante.

APÊNDICE

APÊNDICE A - Comitê de Ética



Universidade
Estadual de Londrina

COMISSÃO DE ÉTICA NO USO DE ANIMAIS

OF. CIRC. CEUA Nº 002/2015

Londrina, 27 de Janeiro de 2015

Prezado Pesquisador,

A CEUA/UEL reunida em 02 de Dezembro de 2014 avaliou o projeto de pesquisa intitulado "**Ganho compensatório de suínos em terminação alimentados com ractopamina e seus efeitos no desempenho, qualidade da carcaça e da carne**", registrado sob o processo CEUA nº24998.2014.16, pesquisa do Centro de Ciências Agrárias, desenvolvido sob sua responsabilidade. Esclarecidos os aspectos metodológicos solicitados o projeto está **aprovado** para execução entendendo-se que os princípios éticos postulados pelo Conselho Nacional de Controle de Experimentação Animal estão respeitados.

Serão utilizados 40 suínos mestiços (Landrace x Large White) sendo 20 machos e 20 fêmeas, com 110 dias de idade e de aproximadamente 60 kg. O projeto tem como objetivo avaliar os efeitos do ganho compensatório de suínos terminados submetidos à dietas adicionadas com ractopamina sobre as características de desempenho zootécnico, qualidade da carne, carcaça e órgãos. Para tanto, os animais serão tratados com ractopamina (10 ppm) após 21 dias de experimentação, metade dos animais receberá restrição quantitativa correspondendo a 20% do consumo voluntário do grupo que não receberá restrição, serão avaliadas as características de carcaça após o abate e os músculos *L. dorsi* e *semimembranosus* serão retirados para avaliações laboratoriais relacionadas à qualidade da carne. O abate será realizado de acordo com as exigências do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Os protocolos experimentais estão aprovados para execução em 13 meses.

Cumpra orientar que caso pretendam-se quaisquer alterações no protocolo experimental aprovado, deve-se submeter o novo protocolo à apreciação da CEUA/UEL anteriormente à execução das modificações.

Coloco-me à disposição para quaisquer esclarecimentos que se fizerem necessária. Sem mais para o momento, subscrevo, cordialmente,

Prof. Dr. Waldiceu Aparecido Verri Junior
Coordenador da CEUA/UEL

Ilmo. Sr.

Prof. Dr. Caio Abércio da Silva

Coordenador do Projeto

Departamento de Zootecnia

Centro de Ciências Agrárias

Com cópia para Sra. Égle Maria de Sousa (Chefe da DCA/PROPPG), Diretor(a) da Fazenda Escola da UEL, Chefe do Departamento de Zootecnia e Diretor(a) do Centro de Ciências Agrárias.

CCA

ANEXO

ANEXO A - Normas da Revista Semina: Ciências Agrárias

Diretrizes do autor

Atenção

Após 28/02/2020, a taxa de submissão de novos artigos será de R \$ 110,00. Caso o item seja rejeitado, esta taxa não será devolvida.

Obs: SUBMISSÕES, TAXAS, VIL I N OT, SER DEVOLVIDO E/OU MANUSCRITOS NÃO ACEITE PARA PUBLICAÇÃO.

Os artigos submetidos após 28/02/2020 que forem aceitos e aprovados para publicação estarão sujeitos a uma Taxa de Publicação, ajustada de acordo com o número de páginas do manuscrito.

-se a 10 páginas: **R \$ 400,00** 11 a 15 páginas: **R \$ 500,00** 16 a 20 páginas: **R \$ 600,00** 21 a 25 páginas: **R \$ 700,00**

Caso o artigo seja aceito para publicação, o valor de R \$ 110,00 pago pela **taxa de submissão não será descontado da taxa de publicação.**

O **comprovante de depósito** deve ser escaneado e anexado como arquivo suplementar no sistema eletrônico.

O depósito deverá ser feito em nome do Instituto de Tecnologia e Desenvolvimento Econômico e Social (ITEDES), CNPJ: 00.413.717 / 0001-65, em uma das três contas bancárias abaixo:

Banco do Brasil (001)

Agência: 1212-2

Conta Corrente: 43509-0 - Brasil

Caixa Econômica Federal (104)

Filial: 1479

Conta corrente: 033-0

Transação: 003 -Brasil

Normas editoriais para publicação na Semina: Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina (UEL)

Os artigos podem ser submetidos em português ou inglês, mas somente serão publicados em inglês. Os artigos submetidos em português, caso sejam aceitos para publicação, deverão ser **traduzidos para o inglês.**

Todos os artigos, após serem aceitos para publicação, devem ser acompanhados de um certificado comprovativo de tradução ou correção (como arquivo suplementar) de um dos seguintes serviços de tradução:

American Journal Experts

<https://www.researchsquare.com/researchers/editing>

Editage

Elsevier

<http://www.proof-reading-service.com>

<http://www.academic-editing-services.com/>

<http://www.publicase.com.br/formulario.asp>

<http://www.stta.com.br/>

<https://www.traduzoo.com/>

O autor principal deve anexar o **documento que comprova** esta tradução ou correção no sistema eletrônico na página de submissão em "**Docs. Sup.**"

COMENTÁRIOS:

1) Os manuscritos originais submetidos para revisão são inicialmente avaliados pelo Comitê Editorial da *Semina: Ciências Agrárias*. Nessa avaliação, serão avaliados os requisitos de qualidade para publicação na revista, como escopo do artigo, adequação aos padrões da revista, qualidade da redação e embasamento teórico. Adicionalmente, considera-se também atualização da revisão bibliográfica, consistência e acurácia da metodologia, contribuição dos resultados, discussão dos dados observados no estudo, representação em tabela e figura, originalidade e consistência das conclusões.

Caso o número de manuscritos submetidos ultrapasse a capacidade de avaliação e publicação da *Semina: Ciências Agrárias*, será feita uma comparação entre as submissões e os trabalhos considerados de maior potencial de contribuição para o conhecimento científico serão encaminhados para assessores ad hoc. Os manuscritos que não forem aprovados por esses critérios são arquivados, enquanto os demais manuscritos são submetidos à avaliação de pelo menos dois assessores científicos especialistas na área temática do manuscrito, sem identificação dos autores. A taxa de inscrição não será devolvida aos autores que tenham seus manuscritos arquivados.

2) Quando apropriado, se o projeto de pesquisa que originou o artigo foi realizado de acordo com as normas técnicas de biossegurança e ética sob aprovação de um comitê de ética envolvendo seres humanos e / ou um comitê de ética envolvendo animais, o nome da comissão, instituição e número do processo devem ser declarado.

MANUSCRITOS NÃO SERÃO ACEITOS QUANDO:

a) O arquivo principal do artigo em anexo contém os nomes dos autores e suas respectivas afiliações.

b) O registro completo de todos os autores não foi adicionado aos metadados durante a submissão; por exemplo Nome completo; Instituição / Afiliação; País; Resumo da biografia / título / função.

c) Texto explicativo da relevância do trabalho (importância e distinção de trabalhos já publicados), com extensão máxima de 10 linhas, não está incluído no campo **COMENTÁRIOS AO EDITOR**.

d) A submissão não é acompanhada de documento que comprove o pagamento da taxa de submissão em arquivo suplementar no "**Docs. Sup.**" seção.

e) A reportagem principal não vem acompanhada de arquivos suplementares, incluindo gráficos, figuras, fotos e demais documentos, **NA VERSÃO ORIGINAL** (formatos JPEG, TIFF ou EXCEL).

f) Não constam do manuscrito original as seguintes informações: título, resumo, palavras-chave em português e inglês, tabelas e figuras.

g) A indicação de três possíveis revisores médicos para o manuscrito com **NOME, INSTITUIÇÃO** e **E-MAIL** deve constar no campo **COMENTÁRIOS PARA O EDITOR**.

RESTRICÇÕES POR ÁREA DE ASSUNTO:**PARA O CAMPO DA AGRONOMIA, NÃO SERÃO ACEITOS MANUSCRITOS, CASO:**

a) Os experimentos realizados com cultura *in vitro* limitam-se ao aprimoramento de protocolos já padronizados ou não fornecem novas informações sobre a área temática;

b) Os experimentos de campo não incluem dados correspondentes a pelo menos dois anos ou locais diversos dentro do mesmo ano;

c) Os experimentos referem-se apenas a testes de eficácia de produtos comerciais frente a agentes bióticos e abióticos de estresse fisiológico;

d) Os experimentos envolvem apenas bioensaios (triagem) sobre a eficácia de métodos de controle de insetos, ácaros ou doenças em plantas, a menos que contenham uma contribuição importante sobre os mecanismos de ação sob a perspectiva de uma fronteira de conhecimento; ou

e) O objetivo limita-se a registrar a ocorrência de uma espécie de praga ou patógeno ou associações com hospedeiros em novos locais dentro de regiões geográficas onde a espécie já seja conhecida. A documentação de espécies ou associações já conhecidas só

será considerada se forem descritas em novas áreas ecológicas. Os registros de distribuição devem ser baseados em ecossistemas e não em fronteiras políticas.

RESTRIÇÕES DE PUBLICAÇÃO PARA A DE CIÊNCIAS ANIMAIS Seção de Semina. MANUSCRITOS CONTENDO O SEGUINTE NÃO SERÃO ACEITOS PARA PUBLICAÇÃO:

Referências bibliográficas muito antigas. 70% das referências devem ser dos últimos dez anos. Referências mais antigas (menos de 30%) serão aceitas somente na seção Material e Métodos. Não incluir como referência bibliográfica resumos simples ou expandidos e estudos apresentados em anais de eventos como referência. Teses, dissertações e monografias realizadas nos últimos três anos somente serão aceitas se não tiverem sido publicadas como artigos científicos em periódico.

Manuscritos que não realizaram análises estatísticas adequadas, bem como, com grau de Liberdade do resíduo inferior a 12. Recomenda-se que os dados quantitativos sejam tratados com análise de regressão, sempre apresentando a significância dos parâmetros da equação de regressão. Ao ajustar as equações de regressão, é recomendado que pelo menos quatro pontos sejam usados para obter o ajuste.

Contém mais de dez autores.

Manuscritos baseados em dados derivados do período completo de produção em experimentos avícolas (frangos e poedeiras).

Manuscritos baseados em levantamentos locais (municipal, regional, matadouro específico, fazenda etc.) contendo dados de manejo, alimentação, saúde, entre outros, de baixo impacto científico.

Categorias de Trabalho

a) Artigos científicos: máximo de 20 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas

b) Comunicações científicas: máximo de 12 páginas, com referências bibliográficas limitadas a 16 citações e máximo de duas tabelas, duas figuras, ou a combinação de uma tabela e uma figura

c) Artigos de revisão: máximo de 25 páginas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas

Apresentação do Trabalho

Artigos originais completos, comunicações, relatos de casos e resenhas devem ser redigidos em português ou inglês, utilizando Microsoft Word for Windows, em papel tamanho A4, com linhas numeradas por página, espaçamento 1,5 entre linhas, fonte Times New Roman, tamanho 11 normal, Margens de 2 cm em todos os lados, com páginas numeradas no canto superior direito e seguindo as orientações para o número máximo de páginas de acordo com a categoria do trabalho.

As *figuras (desenhos, gráficos e fotografias)* e *tabelas* devem ser numeradas com algarismos arábicos, devem ser incluídas ao final do trabalho imediatamente após as referências bibliográficas, e devem ser citadas no próprio texto. Além disso, as figuras devem ser de boa qualidade e devem ser anexadas em seu formato original (JPEG, TIFF, etc.) no Docs Sup na página de submissão. Não serão aceitas figuras e tabelas que não atendam às seguintes especificações: largura de 8 cm ou 16 cm com altura máxima de 22 cm. Se a figura tiver dimensões maiores, ela será reduzida durante o processo editorial às dimensões acima mencionadas.

Nota: Figuras (Ex. **Figura 1.** Título) e tabelas (**Tabela 1.** Título) devem ter largura de 8 cm ou 16 cm com altura máxima de 22 cm. Aqueles com dimensões maiores serão reduzidos durante o processo editorial às dimensões acima mencionadas. Para quaisquer tabelas e figuras que não sejam da obra original do autor, é obrigatória a citação da fonte consultada. Coloque esta citação abaixo da tabela ou figura e indique usando uma fonte menor (Times

New Roman 10).

Ex: “**Fonte**”: IBGE (2017), ou **Fonte**: IBGE (2017).

Preparação do manuscrito

Artigo científico:

Os artigos científicos devem relatar resultados de pesquisas originais nas áreas afins, com as seções organizadas da seguinte forma: Título em inglês; Título em português; Três a cinco destaques; Resumo em inglês com palavras-chave (máximo de seis palavras, em ordem alfabética); Resumo em português com palavras-chave (máximo de seis palavras, em ordem alfabética); Introdução; Materiais e métodos; Resultados e discussão; Conclusões; Reconhecimentos; Fornecedores, se aplicável; e referências bibliográficas. Os títulos devem estar em negrito sem numeração. Se houver necessidade de incluir um subtítulo em uma seção, ele deve ser colocado em itálico e, se houver outros subtópicos a serem incluídos em um subtítulo, estes devem ser numerados com algarismos arábicos. (Exemplo: **Materiais e Métodos**, *As áreas de estudo, 1. área rural, 2. Urban umarea.*)

O trabalho submetido não pode ter sido publicado em outro local com o mesmo conteúdo, exceto na forma de Resumo em Eventos Científicos, Notas Introdutórias ou Formato Reduzido.

O trabalho deve ser apresentado na seguinte ordem:

- 1. Título do trabalho**, acompanhado de sua tradução para o português, se for o caso.
- 2. Três ou cinco destaques**, consiste em pontos orientados para resultados que fornecem aos leitores uma visão geral das principais descobertas de seu artigo. Cada destaque deve ter 85 caracteres ou menos.
- 3. Resumo e Palavras-chave:** Deve ser incluído um resumo informativo com no mínimo 200 palavras e no máximo 400 palavras, no mesmo idioma do texto do artigo, acompanhado de uma tradução para o inglês (*Abstract e Keywords*) do texto não foi escrito em inglês.
- 4. Introdução:** A introdução deve ser concisa e conter apenas a revisão estritamente necessária para apresentar o tema e subsidiar a metodologia e a discussão.
- 5. Materiais e Métodos:** Esta seção pode ser apresentada de forma contínua, descritiva ou com subtítulos para permitir ao leitor compreender e poder repetir a metodologia citada com ou sem o apoio de citações bibliográficas.
- 6. Resultados e Discussão:** *Esta seção* deve ser apresentada de forma clara, com o auxílio de tabelas, gráficos e figuras, de forma que não suscite dúvidas ao leitor quanto à autenticidade dos resultados e pontos de vista discutidos.
- 7. Conclusões:** *Estes* devem ser claras e apresentadas de acordo com os objetivos propostos no trabalho.
- 8. Agradecimentos:** Pessoas, instituições e empresas que contribuíram com o trabalho devem ser citadas ao final do texto, antes da seção de Referências Bibliográficas.

Observação:

Notas: Cada nota referente ao corpo do texto deve ser indicada com um símbolo sobrescrito imediatamente após a frase a que se refere e deve ser incluída como nota de rodapé no final da página.

Figuras: Devem ser inseridas ao final do artigo, uma em cada página, após as referências. As figuras que forem consideradas essenciais serão aceitas e deverão ser citadas no texto por ordem numérica, em algarismos arábicos. Se alguma das ilustrações submetidas já tiver sido publicada, a fonte e a permissão para publicação devem ser informadas.

Tabelas: Devem ser inseridas ao final do artigo, uma em cada página, após as referências. As tabelas devem vir acompanhadas de um cabeçalho que permita a compreensão dos dados coletados sem a necessidade de utilizar o corpo do texto como referência.

Quantidades, unidades e símbolos:

- a) Os manuscritos devem estar de acordo com os critérios estabelecidos nos Códigos Internacionais de cada área temática.
- b) Use o Sistema Internacional de Unidades em todo o texto.
- c) Use o formato de potência negativa para observar e apresentar unidades relacionadas: por exemplo, kg ha⁻¹. Não use o símbolo de barra para relacionar unidades: por exemplo, kg / ha.
- d) Use um espaço simples entre as unidades: g L⁻¹, não gL⁻¹ ou gL⁻¹.
- e) Use a representação horária de 24 horas com quatro dígitos para as horas e minutos: 09h00, 18h30.

8. Citações de autores no texto

As Regras da APA utilizam o sistema autor-data para citações indiretas, ou seja, sobrenome do autor, vírgula e ano de publicação. O número da página só é inserido quando há uma citação direta. Nesse caso, o sobrenome do autor citado, vírgula, ano, vírgula seguida de "p". E o número da página

Quando nas citações os autores estiverem fora dos parênteses, use sempre "e" (português); "And" (inglês) e "y" (espanhol); para separar o penúltimo do último autor citado. O "&" é sempre inserido entre o penúltimo e último autor quando citado entre parênteses e referências.

Citação:

Um Trabalho de Dois Autores: Nomeie ambos os autores na frase de sinalização ou entre parênteses cada vez que você citar o trabalho. Use a palavra "e" entre os nomes dos autores no texto e use o e comercial entre parênteses.

Ex:

Os resultados de Wegener e Petty (1994) confirmaram que ... (Wegener & Petty, 1994)

Uma obra de três a cinco autores: Liste todos os autores na frase de sinalização ou entre parênteses na primeira vez que citar a fonte. Use a palavra "e" entre os nomes dos autores no texto e use o e comercial entre parênteses.

Ex:

Almeida, Parisi e Pereira (1999, p. 379)

Ou Almeida, Parisi e Pereira (1999, pp. 372-373)

Ou (Almeida, Parisi, & Pereira, 1999, p. 73)

Kernis, Cornell, Sun, Berry e Harlow (1993)

(Kernis, Cornell, Sun, Berry, & Harlow, 1993)

Nas citações subsequentes, use apenas o sobrenome do primeiro autor seguido de "et al." na frase de sinalização ou entre parênteses.

(Kernis et al., 1993)

Exemplo: **modelo de citação com um, seis ou mais autores**

Figura 1 Estilos básicos de citação no texto

Tipo de citação	Frase Sinal		Referência Parentética	
	1 st Uso de Fonte	Uso subsequente da Fonte	1 st Uso de Fonte	Uso subsequente da Fonte
1-2 autores	Minosso e Toso (2019)	Minosso e Toso (2019)	(Minosso & Toso, 2019)	(Minosso & Toso, 2019)

3-5 autores	Lopes, Meier e Rodrigues (2019)	Lopes et al. (2019)	(Lopes, Meier e Rodrigues, 2019)	(Lopes et al., 2019)
6 ou mais autores	Werner et al. (2017)	Werner et al. (2017)	(Werner et al., 2017)	(Werner et al., 2017)
Organização com abreviatura identificável	Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia (IBICT) (2018)	IBICT (2018)	(Instituto Brasileiro de Ciência e Tecnologia [IBICT], 2018)	(IBICT, 2018)
Organização sem abreviatura	Simply Cats (2019)	Simply Cats (2019)	(Simply Cats, 2019)	(Simply Cats, 2019)

Duas ou mais obras do mesmo autor no mesmo ano - use letras minúsculas (a, b, c) com o ano para ordenar as entradas na lista de referência. Use as letras minúsculas com o ano na citação no texto.

Ex: (Porter, 1999a, 1999b, 1999c)

Autores com o mesmo sobrenome: Para evitar confusão, use as primeiras iniciais com os sobrenomes.

(E. Johnson, 2001; L. Johnson, 1998)

Duas ou mais obras do mesmo autor com datas de publicação diferentes. (Ordem cronológica)

Ex: Segundo Porter (1986, 1991, 1999, 2000),

Exemplo de referência:

Todos os autores participantes de um estudo referenciado devem ser mencionados, independentemente do número de participantes.

Artigo:

Berndt, TJ (2002). Qualidade de amizade e desenvolvimento social. *Current Directions in Psychological Science*, 11, 7-10.

Mais de um autor - Listar por seus sobrenomes e iniciais. Use o E comercial em vez de "&."
Adair, JG, & Vohra, N. (2003). A explosão de conhecimento, referências e citações: a resposta única da psicologia a uma crise. *American Psychologist*, 58 (1), 15-23. doi: 10.1037 / 0003-066X.58.1.15

Pereira, GP, Sequinatto, L., Caten, A., & Mota, M. (2019). Refletância espectral VIS-NIR para discretização de solos com alto teor de areia. *Semina: Ciências Agrárias*, 40 (1), 99-112. doi: 10.5433 / 1679-0359.2019v40n1p99

Wegener, DT e Petty, RE (1994). Gestão do humor em estados afetivos: a hipótese de contingência hedônica. *Journal of Personality and Social Psychology*, 66, 1034-1048. doi: 10.1037 / 0022-3514.66.6.1034

Artigo eletrônico:

Santos, CP, & Fernandes, DH von der (2007). A recuperação de serviços e seu efeito na confiança e lealdade do cliente. *RAC-letrônica*, 1 (3), 35-51. Obtido em http://anpad.org.br/periodicos/content/frame_base.php?revista=3

Livro

Kashdan, T., & Biswas-Diener, R. (2014). *O lado bom do seu lado negro*. New York, NY: Hudson Street Press.

Capítulo de livro

Serviss, GP (1911). Uma viagem de terror. Em *A Columbus of space* (pp. 17-32). New York, NY: Appleton.

Capítulo de livro eletrônico

Shuhua, L. (2007). Festival da Noite do Meio-Outono. Em JSM Lau & H. Goldblatt (Eds.), *The Columbia Anthology of Modern Chinese Literature* (pp. 95-102). New York, NY: Columbia University Press. Obtido em <https://www.worldcat.org/title/columbia-anthology-of-modern-chinese-literature/oclc/608153696>

Anais / Anais

Costa, ER e Boruchovitch, E. (2001). Entendendo as relações entre a aprendizagem e a ansiedade. Anais da XXXI Reunião Anual de Psicologia (p.203). Ribeirão Preto, SP: Sociedade Brasileira de Psicologia.

Uma tese e / ou dissertação impressa

Leon, ME (1998). *Uma análise de redes de cooperação das pequenas e médias empresas do setor das telecomunicações*. Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil.

Tese ou dissertação eletrônica

Hirata, CA (2016). *Microbiologia agrícola, Microorganismos do solo, Fungos micorrízicos, Microorganismos fixadores de nitrogênio, Ecologia microbiana*. Tese de doutorado, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR, Brasil. Obtido em <http://www.bibliotecadigital.uel.br>

Organização como Autor

American Psychiatric Association. (1988). *DSM-III-R, Manual de diagnóstico e estatística de transtorno mental* (3ª ed. Rev.). Washington, DC: Autor.

Lei

Lei n. 11.638, de 28 de setembro de 2007. Altera e revoga dispositivos da Lei n. 6.404, de 15 de dezembro de 1976, e da Lei n. 6.385, de 7 de dezembro de 1976, e estende às sociedades de grande porte relativo à elaboração e divulgação da contabilidade. Obtido em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11638.htm

A exatidão e a adequação das referências bibliográficas das obras consultadas e citadas no texto do artigo, bem como das opiniões, conceitos e afirmações, são de inteira responsabilidade dos autores.

Nota: Consulte os números recentemente publicados da **Semina: Ciências Agrárias** para mais detalhes sobre como formatar as referências no artigo.

As demais categorias de trabalhos (Comunicação e Revisão Científica) devem seguir as normas acima mencionadas, mas com as seguintes orientações adicionais para cada categoria:

Comunicação científica

As comunicações científicas devem ser apresentadas de forma concisa, mas com uma descrição completa do termo pesquisa ou pesquisa em andamento (nota introdutória), com documentação bibliográfica completa e metodologias, semelhantes a um artigo científico regular. As comunicações científicas devem conter as seguintes seções: Título (em português e inglês); Resumo com palavras-chave em português; Resumo com palavras-

chave em inglês; e corpo do texto. O corpo do texto não deve ser dividido em seções, mas deve seguir a seguinte sequência: introdução, metodologia, resultados e discussão (podem incluir tabelas e figuras), conclusão e referências bibliográficas.

Artigos de revisão bibliográfica

Artigos de revisão devem envolver tópicos relevantes dentro do escopo da revista. O número de artigos de revisão por número é limitado, e os autores só podem escrever artigos de revisão de interesse da revista, a convite dos membros do conselho editorial da revista. Se um artigo de revisão é submetido por um autor, é necessária a inclusão de resultados relevantes do autor ou do grupo envolvido no estudo, juntamente com referências bibliográficas que demonstrem experiência e conhecimento sobre o tema.

Um artigo de revisão deve conter as seguintes seções: Título (português e inglês); Resumo com palavras-chave em português; Resumo com palavras-chave em inglês; Desenvolvimento do tema proposto (o texto pode ser dividido em seções, mas não é obrigatório); Conclusões ou Considerações Finais; Agradecimentos (se aplicável); e referências bibliográficas.

Outras informações importantes

1. A publicação dos artigos depende de parecer favorável de assessores ad hoc e da aprovação do Conselho Editorial da *Semina: Ciências Agrárias* UEL.
2. As reimpressões não serão entregues aos autores, uma vez que os números estarão disponíveis online no site da revista (<http://www.uel.br/revistas/uel>).
3. Transferência de direitos autorais: Os autores concordam com a transferência dos direitos de publicação do manuscrito para a revista. A reprodução dos artigos só é permitida quando a fonte é citada. O uso comercial das informações é proibido.
4. Dúvidas ou problemas imprevistos nas presentes normas serão tratados pelo Conselho Editorial da área temática em que o artigo foi submetido para publicação.
5. *O número de autores*: Não há limite para o número de autores, mas as pessoas incluídas como co-autores devem ter participado efetivamente do estudo. Pessoas com participação limitada no estudo ou na elaboração do artigo devem ser citadas na seção Agradecimentos, assim como instituições que concederam bolsas e outros recursos financeiros.
6. Incluir o ORCID de todos os autores aprovados para publicação. O identificador ORCID pode ser obtido no registro ORCID. Você deve aceitar os padrões para apresentação de ID ORCID e incluir o URL completo (por exemplo <http://orcid.org/0000-0002-1825-0097>).

Condições de submissão

Como parte de nosso processo de submissão, os autores devem verificar se a submissão está de acordo com todos os itens listados abaixo. Submissões que não estiverem de acordo com as normas serão rejeitadas e os autores informados sobre a decisão.

1. Os autores devem declarar que a contribuição é original e nova e que não está sendo avaliada para publicação em outro lugar; qualquer exceção (ões) deve ser justificada nos “Comentários ao Editor”.
2. Os autores também devem informar que o material está formatado corretamente e que os Documentos Complementares estão anexados, CONSCIENTE que o **formato incorreto resultará na SUSPENSÃO do processo de avaliação SEM AVALIAÇÃO DE MÉRITO.**
3. **Os dados de autoria de todos os autores devem ser inseridos no campo Metadados durante o processo de submissão.**

Use o botão “incluir autor”.

1. **Na etapa seguinte, preencha os metadados em inglês.**

Para incluir os dados, após salvar os dados de submissão em português, clique em “**editar metadados**” no topo da página. Mude o idioma para inglês e insira o título em inglês, o resumo e as palavras-chave. Salve e prossiga para a próxima etapa.

1. A **identificação de autoria** do trabalho deve ser retirada do arquivo e do Word utilizando a opção “Propriedades” para garantir o critério de anonimato da revista,

caso o artigo seja submetido à revisão por pares, de acordo com as orientações disponíveis em Garantir uma revisão cega.

2. Os arquivos a serem submetidos devem estar em formato Word, OpenOffice ou RTF (desde que não ultrapassem 2 MB).

O texto deve ser digitado em folha de papel A4, com linhas numeradas, espaçamento 1,5, e fonte Times New Roman tamanho 11.

1. Confirme que todos os padrões éticos foram seguidos caso a pesquisa tenha sido realizada com seres vivos. Incluir documentos de prova de aprovação por um comitê de ética institucional envolvendo seres humanos e / ou um comitê de ética envolvendo animais, se esses documentos forem solicitados.
2. **Incluir o pagamento da Taxa de Submissão e anexar o comprovante de pagamento como documento complementar em "Docs. Sup."**

Declaração de direitos autorais

A **Declaração de Direitos Autorais** para artigos publicados nesta revista é de direito do autor. Como os artigos publicados nesta revista são de acesso aberto, os artigos podem ser utilizados livremente, com suas atribuições, para fins educacionais e não comerciais.

A revista tem o direito de fazer alterações em nível normativo, ortográfico e gramatical nos artigos originais, para manter o uso adequado do idioma e a credibilidade da revista. No entanto, o estilo de redação dos autores será respeitado.

Alterações, correções ou sugestões em nível conceitual, quando necessárias, serão encaminhadas aos autores.

As opiniões expressas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

Política de Privacidade

Os nomes e afiliações relatados neste periódico são utilizados exclusivamente para os serviços prestados e não são disponibilizados para nenhuma outra finalidade ou a terceiros.

Semina: Ciências Agrárias

Londrina – PR

ISSN 1676-546X

E-ISSN 1679-0359

semina.agrarias@uel.br

Condições de submissão

Como parte de nosso processo de submissão, os autores são obrigados a garantir que a submissão esteja de acordo com todos os itens listados abaixo. As submissões que não estiverem de acordo com as normas serão devolvidas aos autores.

1. Os autores afirmam que a contribuição é original e nova e que não está sendo avaliada para publicação em outro periódico; qualquer exceção (ões) deve ser justificada nos "Comentários ao Editor".
2. Os autores afirmam que o material está formatado corretamente e que os Arquivos Suplementares foram carregados, CONSCIENTE que o **formato incorreto resultará na SUSPENSÃO do processo de avaliação SEM AVALIAÇÃO DE MÉRITO.**
3. **Na próxima etapa, preencha os metadados em inglês.**

Para incluir metadados, após salvar os dados de submissão em português, clique em "**editar metadados**" no topo da página. Mude o idioma para inglês e insira o título em inglês, o resumo e as palavras-chave. Salve e vá para a próxima etapa.

1. **Os dados de autoria de todos os autores devem ser preenchidos durante o processo de submissão.**

Use o botão "**incluir autor.**"

1. Verifique se a **identificação de autoria** do trabalho foi removida do arquivo e do Word usando a opção Propriedades para garantir o critério de anonimato da revista se o artigo for submetido à revisão por pares de acordo com as orientações

disponíveis em Garantir uma revisão por pares cega.

2. Os arquivos para envio estão nos formatos Word, OpenOffice ou RTF (desde que não excedam 2 MB).

O texto está escrito em espaçamento 1,5 e em fonte Times New Roman tamanho 11. Use itálico em vez de sublinhado (exceto para endereços de URL).

O texto segue os padrões de estilo e requisitos bibliográficos descritos nas Diretrizes para Autores sob o título “Sobre a Revista”.

1. Confirme que todos os padrões éticos foram seguidos caso a pesquisa tenha sido realizada com seres vivos. Forneça a documentação da aprovação de um comitê de ética institucional e a prova de consentimento informado, se esses documentos forem solicitados. O cumprimento dos preceitos éticos aplicáveis deve ser citado no corpo do texto.
2. No campo **COMENTÁRIOS AO EDITOR**, deve ser incluído um texto indicando a relevância do trabalho (importância e distinção em relação a outros trabalhos já publicados), com extensão máxima de 10 linhas.

Declaração de direitos autorais

A **Declaração de Direitos Autorais** para artigos publicados nesta revista é de direito do autor. Como os artigos publicados nesta revista são de acesso aberto, os artigos podem ser utilizados livremente, com suas atribuições, para fins educacionais e não comerciais.

A revista tem o direito de fazer alterações em nível normativo, ortográfico e gramatical nos artigos originais, para manter o uso adequado do idioma e a credibilidade da revista. No entanto, o estilo de redação dos autores será respeitado.

Alterações, correções ou sugestões em nível conceitual, quando necessário, serão encaminhadas aos autores. Nestes casos, após a cobrança, os artigos serão submetidos a nova avaliação.

As opiniões expressas pelos autores dos artigos são de sua exclusiva responsabilidade.

Política de Privacidade

Os nomes e afiliações relatados neste periódico são utilizados exclusivamente para os serviços prestados e não são disponibilizados para nenhuma outra finalidade ou a terceiros.

Semina: Ciências Agrárias

Londrina – PR

ISSN 1676-546X

E-ISSN 1679-0359

semina.agrarias@uel.br

Eles devem ser destacados e em negrito? Ou deveria ser apenas “Os títulos devem estar em negrito”?

Parece que esta frase e a seguinte (após “1”) devem ser trocadas para maior clareza, da seguinte forma:

Seguindo as etapas a seguir, preencha os metadados em inglês.

1 . Use o botão “incluir autor”.

Por favor, receba os títulos e os títulos de ordenação / numeração dos passos necessários para garantir que os passos estão numerados na ordem que os autores devem seguir.

Como a sentença indica “caso o artigo seja submetido a revisão por pares”, parece desnecessário incluir (ex.: Artigos) aqui. Por favor, excluir isso.

Deve haver um item numerado separado com uma explicação da taxa de submissão? Em caso afirmativo, forneça as informações apropriadas. Se não, excluir isso.

Lista de verificação de preparação de envio

Como parte do processo de submissão, os autores são solicitados a verificar a

conformidade de sua submissão com todos os itens a seguir, e as submissões podem ser devolvidas aos autores que não cumprirem essas diretrizes.

1. Este trabalho é original e inédito e não está sendo considerado para publicação em outro periódico; caso contrário, uma justificativa deve ser fornecida nos "Comentários ao Editor".
2. O texto está formatado corretamente e o Material Complementar será submetido, LEVANDO EM CONTA que a formatação incorreta resultará na SUSPENSÃO do processo de avaliação SEM AVALIAÇÃO DE SEU MÉRITO
3. Os arquivos de envio estão nos formatos Microsoft Word, OpenOffice ou RTF (desde que não excedam 2 MB);
O espaçamento entre linhas deve ser definido como 1,5, a fonte é Times New Roman, tamanho 11, e itálico deve ser usado em vez de sublinhado (exceto para endereços URL);
O texto segue o estilo e os requisitos de referência descritos nas "Diretrizes para autores", que estão incluídas na seção "Sobre a revista"
4. As informações de autoria de todos os autores devem ser fornecidas no momento da submissão.
Use a opção "**incluir autor**".
5. De acordo com as instruções descritas em "Garantir cegueira, revisão por pares", a identidade do autor foi removida do arquivo e a opção "Propriedades" no Word, garantindo assim que os critérios de confidencialidade da revista sejam atendidos se o documento for enviado para revisão por pares (por exemplo, manuscritos)
6. Declaro que todas as normas éticas foram seguidas no caso de pesquisas com organismos vivos, e, se solicitado, possuo os documentos que comprovam a aprovação pelo Comitê de Ética, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. O cumprimento dos princípios éticos aplicáveis deve ser mencionado no texto.
7. Nos Comentários do Editor, os autores precisam adicionar três possíveis revisores médicos. Nome, instituição e e-mail precisam ser adicionados.
8. Taxa de submissão de artigos

Aviso de direitos autorais

O Copyright dos manuscritos publicada ao periódico. Como são publicados em um periódico de acesso aberto, eles estão disponíveis gratuitamente, para uso privado ou para fins educacionais e não comerciais.

A revista tem o direito de fazer, no documento original, mudanças relativas às normas linguísticas, ortografia e gramática, com o objetivo de garantir as normas padrão do idioma e a credibilidade da revista. No entanto, respeitar o estilo de escrita dos autores.

Quando necessário, mudanças conceituais, correções ou sugestões serão encaminhadas aos autores. Casos de casos, o manuscrito deve ser submetido a uma nova avaliação após revisão.

A responsabilidade pelas opiniões expressas nos manuscritos é inteiramente dos autores.

Declaração de privacidade

Os nomes e endereços de e-mail inseridos neste site da revista serão usados exclusivamente para os propósitos declarados desta revista e não serão disponibilizados para qualquer outro propósito ou a qualquer outra parte.

Semina: Ciênc. Agrár.
Londrina - PR
E-ISSN 1679-0359
DOI: 10.5433 / 1679-0359
E-mail:semina.agrarias@uel.br